N° 16 30 NOVEMBRE 1937

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : L. OLIVIER (1890-1910).
Directeurs : J.-P. LANGLOIS (1910-1923), L. MANGIN (1924-1937).

Directeur :
R. ANTHONY, Professeur au Muséum national d'Histoire Naturelle.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.
La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie.

Est-il possible de supprimer les inondations périodiques?

Nous vivons dans la splendeur des merveilles que les sciences créent sans cesse.

Les principales forces de la nature qui étaient hostiles aux humains sont domptées. L'une de ces forces, particulièrement redoutable, l'électricité, a été si bien disciplinée qu'elle est devenue la fée de l'existence pratique.

Elle éclaire les usines, les théâtres, les cinémas, les rues, les places, les boulevards et, sous l'abat-jour, anime de belle clarté la petite lampe de l'intellectuel ou répand ses joyeux rayons dans les logis des prolétaires urbains et des ruraux. Sa brillance poétique parmi les arbres charme les agriculteurs.

L'électricité devient, à volonté, énergie motrice ou chauffante.

Elle fournit à la parole humaine le moyen de se faire entendre à l'extrémité de la terre en moins d'un septième de seconde; la distance est abolie par la télégraphie sans fil!

Les hommes et les femmes volent plus vite que les oiseaux.

Il n'y avait que sept merveilles jadis. Combien y en a-t-il maintenant? Elles sont innombrables.

Eh bien! au milieu de tant de prodiges, quelque chose de bien étonnant persiste qui tient aux aspects primitifs de la nature sauvage.

Quelque chose de redoutable a échappé à la volonté humaine et garde le terrible pouvoir nocif des âges préhistoriques.

En réfléchissant au spectacle de tant de progrès accomplis, ma surprise de devoir écrire ce qui suit est sans bornes.

Le midi de la France subit le fléau périodique des inondations.

L'Ariège a été gravement éprouvée au mois d'octobre 1937.

Le Salat et le Lez ont répandu la consternation dans les vallées et, à Saint-Girons, les ravages sont immenses.

De toutes parts, les élans de solidarité se manifestent, affirmant combien les cœurs vibrent toujours devant les infortunes.

Générosité des sentiments et des bourses.

Sollicitude des représentants du peuple et du Gouvernement.

Le ministère de l'Intérieur a ouvert d'urgence d'importants crédits aux préfets; les conseils généraux ont voté des secours par millions dans les départements victimes; les dévouements personnels des autorités, des agents de la force publique, des maires, des particuliers se sont manifestés sans exception et méritent tous des éloges.

Je salue avec une très vive émotion ces mouvements d'altruisme.

Mais quels termes pourrai-je trouver pour dire combien il est extraordinaire que nul ne songe à empêcher systématiquement le retour de ces calamités qui affligent tous les ans la France et l'Algérie; qui causent des malheurs que les milliards ni la bonté ne réparent pas?

Je forme un vœu très pressant.

Je souhaite que les foyers si sensibles et tout-puis-

sants de la pensée scientifique accordent un instant d'attention à ce fait paradoxal : Dans notre civilisation si admirable, rien n'a été imaginé encore pour vaincre les inondations. Rien !

Et cependant l'antique civilisation égyptienne avait résolu ce problème d'une façon élégante et parfaite en créant le lac Mœris.

Les vingt mille villes fameuses, telles que Thèbes et Memphis, qui, pendant plusieurs siècles avant notre ère, fleurirent sur les bords du Nil, ne connurent jamais les funestes effets des inondations.

Quand les eaux du fleuve étaient trop abondantes, elles s'écoulaient dans le lac artificiel, de sorte que la submersion des rives était impossible.

Hérodote, qui s'émerveilla à décrire les pyramides et surtout le labyrinthe, ajouta :

« Quelque magnifique que soit ce labyrinthe, le lac Mœris, près duquel il est situé, est encore plus admirable. Il a 3.600 stades de tour, c'est-à-dire autant de circuit que la côte maritime d'Egypte a d'étendue.

....

« Les eaux du lac Mœris, ne viennent pas de source.

« Le terrain qu'il occupe est extrêmement sec et aride; il les tire du Nil par un canal de communication.

« Pendant six mois, elles coulent du Nil dans le lac et pendant les six autres mois, du lac dans le fleuve.

« Pendant les six mois que l'eau se retire, la pêche du lac rend au trésor royal un talent d'argent par jour, mais pendant les six autres mois que l'eau coule du Nil dans le lac, elle ne produit que vingt mines. »

Ce que les Egyptiens réalisèrent si bien serait certainement un jeu agréable et facile pour nos savants techniciens, par analogie, autour des fleuves et des multiples rivières qui débordent.

Il y a quelques années, un auteur, dont j'ignore le nom, soutint, par une brève communication à l'Académie des Sciences, que le lac Mœris était une fiction historique. Ce correspondant ne fournit aucune preuve solide de cette opinion.

La citation exacte que je viens de faire d'Hérodote me semble décisive.

En tout cas, si le lac Mœris, malgré les précisions de l'immortel historien grec, n'avait pas existé, il faudrait l'inventer pour supprimer à jamais les inondations en France et en Algérie.

Jacques Lourbet.

§ 2. — Nécrologie.

Charles Gravier.

Nous avons eu la très grande douleur d'apprendre la mort de M. Charles Gravier, Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, Membre de l'institut (*Académie des Sciences*), survenue subitement le 15 novembre, au soir.

Il était universellement connu par un ensemble de remarquables travaux zoologiques, principalement sur les Annélides polychètes et sur les Coraux. On se rappelle aussi ses fructueuses missions dans la mer Rouge et à l'île San Thomé. Atteint, depuis quelques semaines seulement, par l'âge de la retraite, il avait été au Muséum, le collaborateur d'Edmond Perrier dans la chaire de Lamarck, puis le premier titulaire de la chaire des Vers et Crustacés créée spécialement pour lui.

Sa disparition inattendue sera très vivement ressentie dans les milieux scientifiques de tous les pays. Au Muséum, où s'était complètement déroulée sa laborieuse et brillante carrière, on gardera de Charles Gravier le souvenir d'un grand honnête homme, aussi modeste que bienveillant, et, dont les qualités morales se sont toujours montrées à la hauteur de ses qualités de savant.

La *Revue Générale des Sciences* offre à Mme Charles Gravier et à M. Maurice Gravier, son fils, l'expression de ses plus vives et respectueuses condoléances.

R. Anthony.

REVUE DE MINÉRALOGIE

Le développement pris par les diverses branches de la Minéralogie telles que la pétrographie, la métallogénie, la géochimie ont fait à tort restreindre l'extension du mot qui représente cette science, et beaucoup ne l'utilisent que pour désigner l'étude des caractères physiques et chimiques des espèces minérales.

C'est pourquoi, en préambule à cette Revue, je reviendrai sur la définition même de la Minéralogie, que j'ai esquissée dans une Revue antérieure [1].

Certes, l'une des préoccupations essentielles du minéralogiste est d'accroître ses connaissances sur les caractères spécifiques des minéraux considérés isolément, mais son but est de chercher à en comprendre la genèse. Il doit alors étudier aussi leurs associations (roches ou minerais) dont la complexité est très variée, et déterminer autant que possible le mécanisme de leur formation. L'ensemble des résultats qu'il obtient à ces divers points de vue est désigné sous les noms de pétrographie et lithologie (lorsqu'il s'agit de roches) métallogénie (lorsqu'il s'agit de minerais métalliques).

Enfin, si au lieu de coordonner ses connaissances sur les substances minérales naturelles autour de la notion d'espèce minérale, il fait intervenir d'une façon primordiale la notion d'atome, il parvient aux considérations que développe la géochimie; mais dans cet ordre d'idée, le minéral n'en conserve pas moins toute son importance puisqu'il représente un résultat ou un stade de transition dans les réactions que la géochimie envisage.

Il n'est donc pas légitime de retirer au terme de Minéralogie le sens général qu'il avait autrefois et l'on doit toujours la définir comme la science qui groupe et coordonne nos connaissances sur la constitution et la genèse des substances minérales naturelles.

Elle englobe une partie de la cristallographie, puisque la grande majorité des minéraux sont cristallisés. Mais le domaine de cette science s'élargit de plus en plus, car il comprend aussi presque tous les composés de laboratoire que la chimie étudie. Il ne faut pas cependant oublier que la cristallographie est née chez les minéralogistes, et que c'est à un minéralogiste de génie, Haüy, qu'elle doit ses lois fondamentales.

Comme dans toutes les sciences naturelles les progrès de la minéralogie sont étroitement liés à ceux de ses méthodes d'investigation, mais le minéralogiste est à ce point de vue dans une situation privilégiée par rapport aux autres naturalistes, car pour établir ses méthodes, il bénéficie directement des progrès de la Physique et de la Chimie. Dans une revue de Minéralogie, une place importante doit donc être réservée aux perfectionnements des méthodes. Une revue complète devrait comprendre ensuite les données nouvelles les plus remarquables sur les caractères spécifiques des espèces minérales, sur la description de leurs formes cristallines et de leur structure dévoilée au moyen des rayons X, sur les associations minérales et sur la géochimie qui conduit à des lois générales sur la répartition des éléments dans l'écorce terrestre, enfin sur les synthèses minérales qui fournissent une base expérimentale intéressante à l'étude de la genèse des minéraux.

Dans le cadre restreint de cet article, il est impossible évidemment d'aborder avec un égal développement les divers chapitres de cet ensemble. J'insisterai donc uniquement sur les sujets les plus saillants traités au cours de ces dernières années, et particulièrement sur les acquisitions nouvelles dues à un progrès réalisé dans les méthodes d'observation.

I. — Minéralogie spécifique.

La classification des nombreuses substances minérales que l'on rencontre dans la nature peut être envisagée de deux manières :

1° On peut considérer les minéraux isolément sans tenir compte du milieu où ils ont pris naissance, en les classant d'après leurs caractères spécifiques individuels, essentiels ou accessoires. Les caractères essentiels sont : la composition chimique, les caractères cristallographiques, et les propriétés physiques. Au début du siècle dernier, le

1. *Revue générale des Sciences*, 15 février 1936, p. 68-77.

grand retentissement de la découverte d'Haüy fit attacher une importance exceptionnelle et presque exclusive aux caractères cristallographiques; une réaction survint ensuite avec Berzélius et Beudant; ce dernier, tout en donnant aux caractères cristallographiques la place qui leur revenait, réserva la prédominance aux caractères chimiques et attira l'attention sur certains caractères physiques comme la densité et les propriétés optiques.

Aujourd'hui, grâce à l'emploi des rayons X qui nous permettent de pénétrer dans l'édifice cristallin et d'en déterminer l'architecture, les deux points de vue sont étroitement liés et on ne peut plus considérer la composition chimique d'un minéral cristallisé sans envisager en même temps sa structure cristalline.

Les données cristallo-chimiques prennent donc une importance capitale dans la classification des espèces minérales.

2° Un deuxième mode de classification, qui aura dans beaucoup de cas la préférence du naturaliste et qui n'est d'ailleurs pas absolument indépendant de celui que nous venons d'esquisser, consiste à envisager les minéraux en fonction du milieu où ils ont pris naissance. On rangera ainsi dans une même famille les minéraux associés dans un même complexe naturel, par exemple les minéraux des roches éruptives, des roches cristallophylliennes, les constituants des minerais métalliques, etc.

Ne pouvant traiter ici de toutes les espèces minérales je choisirai parmi elles deux groupes importants, les silicates et les constituants des minerais métalliques, et montrerai les progrès réalisés dans leur étude depuis quelques années.

1. Les silicates naturels

Silicates bien cristallisés.

Les principaux types de silicates se présentant en beaux cristaux ont été analysés aux rayons X et pour beaucoup on peut considérer ces analyses comme achevées dans leur ensemble. W.-L. Bragg en a donné un exposé remarquable (15, 16) que nous résumerons brièvement en lui adjoignant un essai récent de classification naturelle de H. Berman (14) qui englobe la totalité des espèces intéressant les minéralogistes.

Les principaux éléments qui entrent dans la constitution des silicates naturels sont l'oxygène, le silicium, l'aluminium, le fer, le calcium, le potassium, le sodium et le magnésium. Ces huit éléments forment 98 % de l'écorce terrestre.

L'oxygène est le plus commun et le plus volumineux. On peut considérer les silicates comme composés d'atomes d'oxygène cimentés par Si, Al et quelques autres éléments, et l'on peut diviser ces éléments en trois catégories suivant la façon dont ils se groupent avec l'oxygène pour former les structures (fig. 1) :

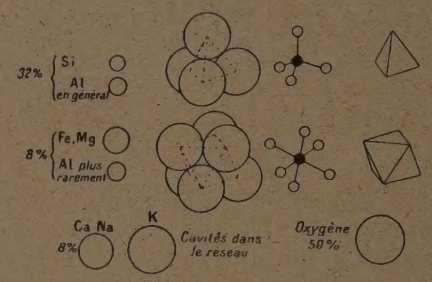

Fig. 1. — (D'après W. L. Bragg).

a) *Eléments placés au centre d'un tétraèdre.* — Tout le silicium doit être placé de cette manière de même que la plus grande partie de l'aluminium. Les atomes d'oxygène occupent les sommets du tétraèdre;

b) *Eléments placés au centre d'un octaèdre.* — Six atomes d'oxygène sont groupés aux sommets d'un octaèdre dont le centre est occupé par Mg, Fe ou ce qui reste d'aluminium. Il est intéressant de remarquer ce double rôle joué par l'aluminium, car il peut être en relation avec certaines propriétés du silicate;

c) *Eléments volumineux :* Na, Ca, K. — Ces éléments ne peuvent trouver place dans les groupes tétraédriques. Ils sont logés dans de larges cavités, souvent irrégulières, de la structure.

Ces groupes tétraédriques et octaédriques forment donc les matériaux fondamentaux de cette mosaïque à trois dimensions par laquelle nous nous représentons l'architecture des silicates. Mais ces groupes ne sont pas en général isolés. Il n'y a pas assez d'oxygène pour cela, et les atomes d'oxygène d'un groupe appartiennent aussi au groupe voisin. Si donc l'on se sert de tétraèdres et d'octaèdres dans le figuré schématique des structures on doit se rappeler qu'ils ont en commun des sommets, des arêtes et même des faces.

Puisque les atomes d'oxygène sont habituellement les plus volumineux dans l'édifice, les dimensions de la maille en dépendent étroitement, et il en résulte que le nombre des atomes d'oxygène dans la formule d'un silicate possède une grande signification. Ainsi, des silicates qui appartiennent à une série isomorphe ont le même nombre d'atomes d'oxygène dans leurs formules. D'autre part, il résulte des études aux rayons X que les substitutions dans les silicates isomorphes se font atome par atome, sans considération de valences, et que le seul facteur qui gouverne cette

substitution est la similitude des volumes des atomes en question (Goldschmidt 1926) (17, 137). Il s'ensuit que le nombre total des atomes dans les minéraux isomorphes reste le même; toutefois il y a quelques exceptions à cette règle.

Voyons maintenant quels sont les principaux rarement); Z = Si, Al, Gl; N = S, Cl, CO^3, SO^4 et H^2O (dans les zéolites).

Dans ce groupe viennent se ranger par exemple les minéraux suivants : la pétalite, les feldspaths (orthose et plagioclase) la néphéline, la sodalite, les scapolites, les zéolites.

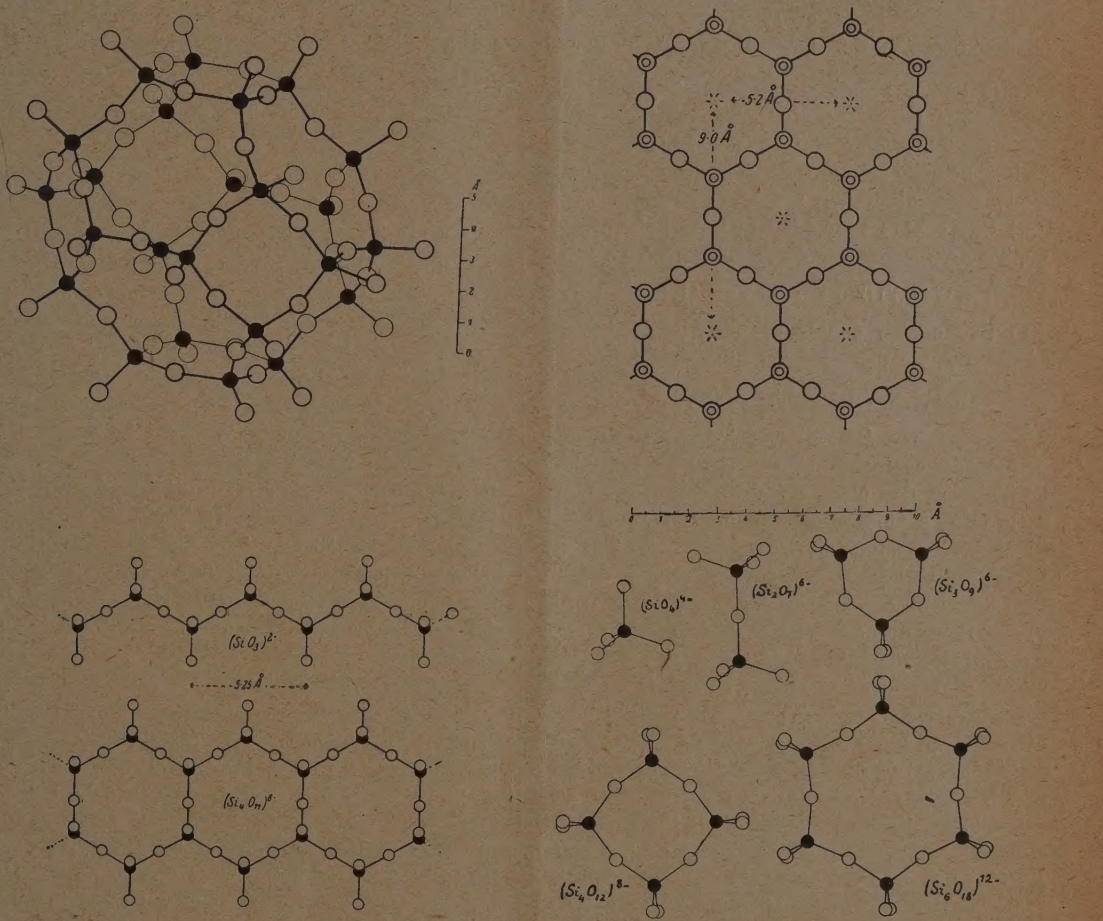

Fig. 2 à 5. — Enchaînement des groupes tétraédriques silicium-oxygène dans les divers types de structures des silicates (d'après Bragg, 1930) ($1\text{Å} = 10^{-8}$ cm).

types de structure réalisés par les silicates et le mode de classification cristallochimique qu'ils entraînent d'après H. Berman.

1. *Réseau à trois dimensions* (du type SiO^2) (fig. 2). — Tous les tétraèdres partagent leurs sommets avec un autre tétraèdre en donnant un réseau à trois dimensions, comme la silice dans sa modification α.

Les silicates appartenant à ce groupe ont pour formule générale : W (ZrO_{2r}). N avec W = Ca, Na, K; Li, Cs (plus rarement); Mn, Fe, Zn très

2. *Structure en feuillets* (type disilicate Si^2O^5) (fig. 3). — Dans cette structure les tétraèdres qui contiennent Si et Al sont tous placés dans un même plan, chaque tétraèdre étant joint aux autres par trois atomes disposés dans ce plan commun. Un développement indéfini de ces chaînes produit un réseau hexagonal dans le feuillet envisagé, et l'édifice entier est constitué par un empilement de ces feuillets. Cette structure est réalisée d'une façon typique dans les micas $K(Al^2Mg^3)(AlSi^3O^{10})(OH)^2$ et dans plusieurs fa-

milles de minéraux à clivage micacé, alumineux ou non alumineux, tels que les suivants :

Pyrophyllite	$Al^2Si^4O^{10}(OH)^2$
Kaolinite	$Al^4Si^4O^{10}(OH)^8$
Talc	$Mg^3Si^4O^{10}(OH)^2$
Friedelite	$Mn^8Si^8O^{15}(OH,Cl)^{10}$

Chlorites $X^nZ^4O^{10}(OH)^{2(n-2)} . sH^2O$ avec $X = Mg, Fe$
$Z = Si, Al, Fe'''$

Chloritoïdes $(Mg,Fe)^{n-p}(Al,Fe)^{2p}Si^{4-p}O^{10}(OH)^{2(n-2)}, sH^2O$

3. *Structure en chaînes* (type métasilicate) (fig. 4). — Les tétraèdres sont reliés ensemble pour produire une chaîne et il existe plusieurs modifications de cette structure donnant des compositions quelque peu différentes :

a) Une chaîne simple de SiO^3 réalisée dans la famille des pyroxènes, de formule générale :

$$W(X, Y)(Z^2O^6) \quad \text{avec } Y = Al, Mg.$$

b) Une chaîne double donnant la composition Si^4O^{11}, comme dans les amphiboles :

$$(W, X, Y)^{7-8}(Z^4O^{11})^2(O, OH, F)^2.$$

Dans ces deux familles de minéraux la structure permet de comprendre, comme dans les micas, l'orientation des plans de clivages.

c) Une chaîne triple donnant l'arrangement Si^3O^8 dans certains silicates rares comme l'elpidite $H^2Na^2Zr(Si^3O^8)^2.H^2O$.

4. *Structure en anneaux* (type métasilicate) (fig. 5). — Deux des sommets tétraédriques se partagent comme dans les chaînes, mais au lieu de s'étendre dans une direction, la chaîne se replie sur elle-même pour former un anneau et l'édifice est constitué par un assemblage de ces anneaux.

Le béryl ($Al^2Gl^2Si^6O^{18}$) et la bénitoïte ($BaTiSi^3O^9$) sont les types de cette structure.

Les tourmalines peuvent être aussi rangées dans ce même groupe, mais leur structure est loin d'être élucidée.

5. *Structure en double tétraèdres* (type pyrosilicate) (fig. 5). — Ces structures se forment en partant d'assemblages de deux tétraèdres ayant un oxygène en commun et conduisant à la formule Si^2O^7. Le minéral typique de cette structure est la thortveitite $(Sc, Y)^2Si^2O^7$.

6. *Tétraèdres indépendants* (type orthosilicate) (fig. 5). — Dans ce type de structure les tétraèdres SiO^4 ne sont pas liés directement les uns aux autres; ils le sont uniquement par des groupes octaédriques intermédiaires autour de Mg ou de Fe. La formule générale du groupe est $XSiO^4$ avec des remplacements isomorphiques variés qui conduisent aux familles de minéraux suivantes : péridot, phénacite, humites, grenats, épidotes, zircons, wöhlérite, datolite, topaze.

On peut faire dans ce groupe une subdivision réunissant tous les silicates qui possèdent des tétraèdres SiO^4 dans leur structure, mais dont tous les atomes d'oxygène ne figurent pas dans ces tétraèdres. Dans ces silicates le rapport Si : O sera égal ou même inférieur à 1 : 5. Dans la saphirine par exemple, il est de 2 : 27. On trouve dans ce groupe les espèces suivantes : andalousite, sillimanite et disthène de même formule Al^2SiO^5, mais de symétrie différente; sphène ($CaTiSiO^5$); dumortiérite, kornerupine, mais la plupart des minéraux de cette série nécessitent de nouvelles recherches aussi bien chimiques que structurales.

Silicates se présentant en agrégats cryptocristallins de textures variées.

Un certain nombre de silicates ne se rencontrent jamais dans la nature sous forme de cristaux maniables. Ils constituent des agrégats de cristaux d'une extrême finesse, de textures lamellaire, fibreuse ou papyracée.

Tels sont les constituants des argiles, les sépiolites, les palygorskites, les minéraux des serpentines, etc.

L'étude complète de leur structure cristalline à l'aide des rayons X est très délicate, souvent même impossible. On doit alors chercher un complément d'informations dans l'application de méthodes différentes.

La plupart de ces minéraux sont hydratés et subissent, en perdant leur eau sous l'action de la chaleur, des transformations caractéristiques qui peuvent servir à leur identification. En combinant judicieusement l'emploi de l'analyse thermique différentielle, des rayons X, des essais de déshydratation, et dans certains cas de l'analyse dilatométrique, on met en évidence avec précision ces transformations. En voici quelques exemples typiques.

Minéraux des serpentines. — J'ai montré il y a plusieurs années tout le parti que l'on pouvait tirer de l'analyse thermique différentielle, réalisée à l'aide du galvanomètre double Le Chatelier-Saladin, dans l'étude de l'eau des chlorites (21).

Utilisant la même méthode pour les minéraux des serpentines, en l'associant à l'analyse cristalline au moyen des rayons X, par la méthode de Debye et Scherrer, Mlle Caillère montra que ceux-ci se réduisaient à deux espèces, de même formule chimique $H^4Mg^3Si^2O^9$, mais se décomposant différemment sous l'action de la chaleur :

Les antigorites α pour lesquelles le départ de l'eau a lieu à 650° et est immédiatement suivi d'un phénomène exothermique important correspondant

à une incandescence, et les antigorites β qui perdent leur eau à la même température, mais ne donnent pas lieu à un phénomène exothermique. Pour les premières ce phénomène correspond à une recristallisation brusque de la substance, qui était devenue amorphe après le départ de l'eau; les minéraux formés sont l'enstatite (SiO^3Mg) et l'olivine (SiO^4Mg^2). Pour les secondes cette recristallisation est progressive et s'effectue en même temps que le départ de l'eau. D'autre part, contrairement à ce que l'on pensait jusqu'ici d'après les données de l'examen microscopique, tous les minéraux des serpentines sont cristallisés, même certaines variétés d'antigorites nickelifères (garniérite, deweylite); leur texture seule varie; elle est compacte, asbestiforme (chrysotile), schisteuse, xyloïde ou papyracée (25).

Sépiolites et palygorskites. — Dans un important ouvrage devenu classique sur les silicates magnésiens possédant le faciès des lièges, cuirs et cartons de montagne, Fersmann (29) a montré que ces minéraux pouvaient appartenir à des espèces différentes : palygorskites véritables, sépiolites et trémolites. Au cours de ces dernières années, les travaux de Mlle Caillère (28) de MM. H. Longchambon et Migeon (31, 33, 34) et de J. de Lapparent (30), ont apporté des faits nouveaux relativement à la définition de ces substances, grâce à l'emploi de plusieurs méthodes : analyse cristalline au moyen des rayons X, analyse thermique, étude de la déshydratation, étude dilatométrique, combinées à l'analyse chimique. Malheureusement les avis sont partagés sur l'interprétation de ces faits. Les considérations sur les structures des silicates, que nous avons esquissées plus haut, conduisent MM. Longchambon et Migeon à donner à la sépiolite la formule : $Si^4O^{11}Mg^3.H^2O(H^2O)^z$ et à l'envisager comme formée de chaînes Si^4O^{11}, par conséquent à la rapprocher, au point de vue structural, du groupe des amphiboles. M. J. de Lapparent, au contraire, lui conserve l'ancienne formule : $Si^3O^{12}Mg^2H^8$ et lui attribue l'architecture en feuillet des micas. Il appuie aussi cette manière de voir sur l'observation microscopique des clivages dans la sépiolite fibreuse de Madagascar.

Mlle Caillère déduit de ses analyses la formule $Si^3O^{10}Mg^2H^4$ et étant donné la difficulté de la détermination des caractères zéolitiques dans les corps finement fibreux, envisage provisoirement l'eau $(H^2O)^z$ se dégageant entre 290° et 350° comme une eau de constitution, toutefois plus mobile que celle s'échappant à 675°. Elle montre d'autre part, que la sépiolite, après le départ de toute son eau se transforme en un produit amorphe qui recristallise en enstatite à 735°; à 1300° il se forme en outre de la cristobalite.

Quant aux *palygorskites*, l'ancienne hypothèse de Fersmann est reprise sous une autre forme. Cette hypothèse consistait à envisager ces minéraux comme des mélanges isomorphes de deux corps fictifs, la parasépiolite ($Si^3O^{12}Mg^2H^8$) et la paramontmorillonite ($Si^4O^{13}Al^2H^4 + 3H^2O$). On voit, d'après ce qui précède que le terme magnésien de ces mélanges serait analogue, sinon identique à la sépiolite fibreuse très pure d'Ampandrandava trouvée par Mlle Caillère. Il n'y aurait donc plus qu'un terme fictif, le terme alumineux, auquel M. H. Longchambon attribue la formule $Si^4O^{11}Al^2.2H^2O(H^2O)^z$ par analogie avec celle qu'il adopte pour la sépiolite. D'autre part, M. J. de Lapparent a été conduit, en étudiant les constituants des terres à foulon à définir un groupe de minéraux, les *attapulgites*, qu'il interprète comme des mélanges isomorphes de sépiolite (à laquelle il conserve la formule classique $Si^3O^{12}Mg^2H^8$) et d'un silicate d'alumine fictif de formule $Si^3Al^{4/3}O^{12}H^8$. L'existence de ces attapulgites, qui auraient une structure voisine de celle des micas, ne paraît pas prouvée d'une façon certaine; elles offrent les plus grandes analogies avec les palygorskites. Notamment, leurs courbes d'analyse thermique sont presque identiques. De nouvelles recherches sont nécessaires, mais les résultats obtenus montrent l'intérêt des méthodes d'investigation employées. En particulier, l'analyse thermique différentielle est un guide extrêmement précieux dans la diagnose de toutes ces substances fibreuses, dont les faciès sont si voisins.

Les minéraux des argiles. — Les mêmes remarques sont à faire dans l'étude des constituants des argiles. Un grand nombre de travaux ont été publiés sur ces minéraux tant en France qu'à l'étranger (35 à 48). Il en résulte qu'on peut diviser les complexes argileux en quatre grands groupes : 1° les *argiles kaoliniques* dans lesquelles le principal constituant est la kaolinite ou l'halloysite; 2° les *argiles à montmorillonite* qui sont le plus souvent des mélanges de kaolinite et de montmorillonite en proportions variables (J. Orcel et S. Caillère) (45); 3° les *argiles palygorskitiques* qui entrent dans la constitution des smectites ou terres à foulon (H. Longchambon) (43). Il faut peut-être joindre à ces constituants les attapulgites de J. de Lapparent; 4° les *argiles latéritiques* et bauxitiques qui renferment de la kaolinite et une forte proportion d'hydrargillite (gibbsite) ou de goethite (46).

Propriétés optiques des silicates. — Dans tout ce qui précède, il n'a pas été question des propriétés optiques des silicates. Elles ont une extrême importance dans la diagnose de ces minéraux, et le souci constant des minéralogistes depuis leur emploi par Des Cloizeaux, Fouqué, Michel-Lévy et A.

Lacroix a été de déterminer les lois qui régissent pour chaque groupe les rapports entre ces propriétés et la composition chimique. Les progrès les plus récents réalisés dans ce sens sont dus surtout aux intéressantes recherches de A. N. Winchell sur les chlorites, les micas, les pyroxènes (61) qui complètent les travaux antérieurs. E. S. Larsen a fourni aussi de nombreuses données dans un ouvrage d'ensemble (58). Ces recherches reposent principalement sur la détermination des indices de réfraction, au microscope, par immersion d'un fragment du minéral dans un liquide d'indice connu. Un perfectionnement de cette méthode a été indiqué il y a quelques années par M. Gaubert (56) puis par R.-C. Emmons (54). Il consiste à faire varier la température des liquides utilisés. On peut ainsi aisément trouver un indice de liquide égal à celui du minéral étudié. La recherche de liquides organiques d'indices variés, particulièrement d'indices très élevés a fait l'objet de récentes publications (53, 57, 58, 60) et les déterminations d'indices sont effectuées en outre pour toute une série de longueurs d'ondes.

2. Etude des constituants des minerais métalliques

Ces constituants sont essentiellement des sulfures, des sulfosels ou des oxydes métalliques. Leur structure cristalline a été l'objet de nombreux travaux, mais je n'envisagerai ici que les recherches relatives à leurs propriétés physiques et chimiques qui permettent de les identifier au microscope, car leur importance est primordiale dans l'étude de la constitution et de la genèse des minerais métalliques.

Tous ces minéraux sont opaques en lames minces, à part quelques rares exceptions, et ne peuvent par suite être examinées par transparence comme les minéraux constituants des roches. Leur étude microscopique ne peut se faire que sur des sections polies à l'aide de méthodes particulières présentant quelque analogie avec celles utilisées pour l'examen métallographique des métaux. Ces méthodes introduites dans la technique minéralogique par J. Kœnigsberger et par W. Campbell (1901-1910) ont donné lieu à de nombreux perfectionnements à l'étranger, en particulier aux Etats-Unis et en Allemagne, et depuis une quinzaine d'années en France, au Laboratoire de Minéralogie du Muséum. Elles peuvent être divisées en deux catégories, suivant que l'on utilise pour la diagnose des minéraux, soit leurs propriétés physiques, soit leurs propriétés chimiques.

Méthodes physiques. — Dans la première catégorie les méthodes optiques occupent la place la plus importante, mais si l'on excepte les travaux de Kœnigsberger, les minéralogistes ne cherchèrent pas, au moins au début, à les perfectionner. Ils se contentaient d'une appréciation qualitative de la couleur et de l'éclat des minéraux, et portaient tous leurs efforts sur la détermination de leurs caractères de corrosion, que l'on continue d'ailleurs à employer actuellement. L'attention fut de nouveau attirée sur les méthodes optiques par H. Schneiderhöhn, en ce qui concerne l'examen entre nicols croisés, puis par J. Orcel, Berek, Ramdohr, et tout récemment L. Capdecomme, qui s'attachèrent à la détermination correcte des pouvoirs réflecteurs.

Quelques explications simples sont nécessaires pour faire comprendre l'intérêt des récentes recherches dans ce domaine.

Mesure des pouvoirs réflecteurs. — Presque tous les minéraux qui constituent les minerais métalliques possèdent un éclat plus ou moins vif, analogue à celui des métaux, et il est tout naturel de chercher à utiliser ce caractère pour les distinguer entre eux. Mais la notion d'éclat, telle que les minéralogistes la définissaient jusqu'à présent sur des cassures irrégulières, est toute qualitative; sa complexité ne la rend pas accessible, d'une manière simple, à la mesure. Il est nécessaire de lui substituer celle de pouvoir réflecteur d'une surface plane polie, sous l'incidence normale. Cette propriété est la seule qui puisse être actuellement mesurée avec une approximation suffisante au cours de l'examen microscopique des minéraux opaques.

Le pouvoir réflecteur, ou rapport entre l'intensité du faisceau de lumière réfléchie par la surface polie du minéral et celle du faisceau incident, dépend de l'indice de réfraction n et de l'indice d'absorption $\varkappa$ du minéral. Il s'exprime sous l'incidence normale par la relation :

$$R = \frac{(n-1)^2 + n^2\varkappa^2}{(n+1)^2 + n^2\varkappa^2}$$

Dans le cas des minéraux opaques, l'indice d'absorption n'est jamais aussi élevé que pour les métaux, et dépend beaucoup plus de l'indice de réfraction que de l'indice d'absorption, à tel point que l'effet de ce dernier est souvent négligeable.

D'autre part, la plupart des minéraux opaques sont optiquement anisotropes; leur pouvoir réflecteur variera donc avec les divers azimuts de la section polie étudiée, et avec l'orientation de cette section dans le cristal. Sa mesure n'acquerra toute sa signification que si l'on utilise un faisceau incident polarisé rectilignement et l'on pourra coordonner les mesures effectuées suivant les diverses directions envisagées dans le cristal à l'aide d'une surface représentative analogue à

la surface des indices dans le cas des corps transparents.

Cette surface est fonction des surfaces des indices de réfraction et d'absorption. Ses éléments de symétrie sont liés à la symétrie du cristal. Toutefois elle n'admettra les mêmes axes de symétrie que ces surfaces, que dans le cas des cristaux quadratiques, hexagonaux, rhomboédriques ou rhombiques. Pour les systèmes monoclinique et triclinique, il n'y a aucun rapport de symétrie imposé entre les trois surfaces, en dehors d'un axe ou d'un centre.

Cette surface est un ovaloïde réciproque d'un ellipsoïde, et si nous considérons une section polie taillée dans un minéral anisotrope, cette section coupe la surface des pouvoirs réflecteurs suivant un oval dont les diamètres représentent les divers pouvoirs réflecteurs de la section (64). Le plus grand et le plus petit de ces diamètres sont les pouvoirs réflecteurs principaux de cette section; ils correspondent aux indices principaux du minéral dans la direction envisagée, sauf pour les systèmes monoclinique et triclinique.

Si le faisceau de lumière incidente est polarisé rectilignement, le nicol analyseur du microscope étant supprimé, l'intensité du faisceau réfléchi passera par un maximum et par un minimum lorsqu'on fera tourner la préparation dans son plan devant la vibration incidente. On peut désigner cette propriété sous le nom d'anisotropie de réflexion. On en trouvera l'interprétation théorique dans les références bibliographiques (75, 76, 120). La différence des pouvoirs réflecteurs principaux de la section ou *biréflectence* est une constante intéressante qui peut servir à la détermination du minéral. Elle joue le rôle de la biréfringence dans les corps transparents.

Dans certaines espèces, la biréflectence est assez grande et on peut mettre en évidence la structure de leurs agrégats, en les observant avec un seul nicol, car les cristaux juxtaposés qui les constituent sont coupés par le plan de la section polie dans des directions différentes (fig. 6). Si le minéral est très dispersif, à chaque longueur d'onde correspondra une surface des pouvoirs réflecteurs, et en lumière blanche, il pourra présenter une couleur franche dans une direction déterminée. Ainsi la covellite (CuS) est bleu intense lorsque la vibration incidente est dirigée perpendiculairement à l'axe optique et blanche lorsqu'elle est parallèle à cet axe.

On conçoit aisément tout l'intérêt de la mesure des pouvoirs réflecteurs en lumière polarisée rectilignement. Des dispositifs de mesures photométriques oculaires sont proposés en 1923 et 1924, et dès 1927 est réalisé le premier photomètre à cellule photcélectrique (J. Orcel, 75). En Allemagne, sous l'impulsion de H. Schneiderhöhn, Berek construit un photomètre visuel (62) et Ramdohr

Fig. 6. — Exemple d'anisotropie de réflexion dans les minéraux opaques : Agrégat de cristaux de covellite (CuS) de Bor (Serbie) à structure lamellaire. Les plages grises sur la photographie sont en réalité d'un bleu plus ou moins intense (grossissement 70, observation en lumière polarisée avec un seul nicol, le polariseur).

et Ehrenberg utilisent un photomètre à cellule photoélectrique (82, t. I). Puis D. Malmquist transforme le photomètre visuel de Berek en y adaptant deux cellules montées en opposition (71). Enfin tout récemment, L. Capdecomme (63) reprend le dispositif de J. Orcel, apporte des perfectionnements ingénieux dans l'amplification et la mesure du courant photoélectrique de la cellule employée et étudie d'une manière complète les conditions d'emploi du microscope et de l'illuminateur vertical pour obtenir des résultats précis. Schématiquement cette méthode photoélectrique consiste à adapter une cellule photoélectrique sur le tube oculaire d'un microscope polarisant par l'intermédiaire d'un dispositif comprenant un prisme à réflexion totale mobile latéralement; celui-ci permet de diriger le faisceau lumineux réfléchi par la section polie et convenablement diaphragmé, tantôt vers la cellule placée dans l'axe du microscope, tantôt vers l'oculaire placé latéralement et destiné aux observations habituelles (fig. 7).

S'il s'agit d'une cellule photoémissive à gaz, on la relie à une batterie de piles en interposant un galvanomètre dans le circuit. C'est le montage le plus simple, suffisant dans beaucoup de cas, et pour obtenir une sensibilité plus grande on utilise l'amplificateur de Capdecomme. S'il s'agit d'une

cellule photoconductrice, on la monte directement sur le galvanomètre.

La détermination s'effectue par comparaison avec un étalon (minéral ou métal) dont on connaît

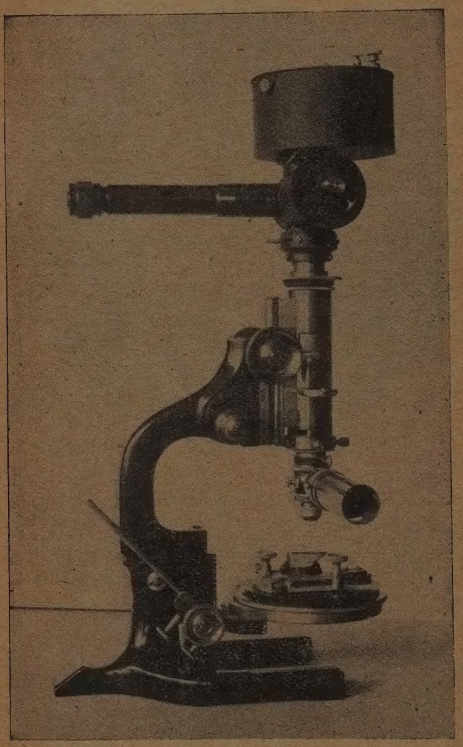

Fig. — 7. — Microscope métallographique polarisant muni de l'oculaire photoélectrique pour la mesure des pouvoirs réflecteurs.

le P. R. absolu par d'autres méthodes. La méthode photoélectrique permet d'étudier les variations du P. R. avec la longueur d'onde et d'aborder l'étude des surfaces de P. R. (64, 76, 78).

On trouvera des valeurs numériques dans les publications citées (76, 79).

La mesure des P. R. s'effectue à l'aide d'un seul nicol, le polariseur. L'examen entre nicols croisés en lumière blanche permet des observations qualitatives d'un grand intérêt. C'est ainsi qu'on peut voir si un minéral qui paraît homogène en lumière non polarisée est composé d'un seul cristal ou d'un agrégat de cristaux, si la texture de cet agrégat est grenue ou fibreuse, si enfin, ces cristaux sont maclés. L'intensité des phénomènes entre nicols croisés dépend évidemment de la biréflectence du minéral et aussi de son pouvoir dispersif.

Méthodes chimiques. — Ces méthodes consistent principalement en des essais de corrosion des sections polies. Ces essais ont deux buts :

1° Mettre en évidence la microtexture des agrégats homogènes de minéraux;

2° Reconnaître un minéral à la façon dont il se comporte vis-à-vis des réactifs déterminés, acides dilués ou concentrés, alcalis, oxydants plus ou moins énergiques, sels en solutions concentrées, que l'on dépose sur la surface polie à l'aide de pipettes capillaires. On observe au microscope le degré d'attaque de la surface.

Cette méthode qui fut la seule utilisée au début par les minéralogistes américains (Murdoch, Graton, Davy, et Farnham) comporte des inconvénients et des causes d'erreurs dues aux forces électromotrices de contact quand la goutte de réactif recouvre deux ou plusieurs minéraux différents.

Elle tend à être remplacée actuellement par la méthode des empreintes dont le principe est le suivant (M. Gysin, R. Galopin et Th. Hiller) (65, 68) :

On applique sur la section polie d'un échantillon de minerai un carré de papier-gélatine imbibé d'un réactif d'attaque. Sous l'action de celui-ci, ou bien, en cas d'attaque électrolytique, sous l'action du courant électrique, une couche superficielle très mince de la surface polie est dissoute. Les éléments constitutifs du minéral mis en solution diffusent dans la couche de gélatine et l'imprègnent partout où elle est en contact avec le minéral. Après l'attaque on développe le papier dans la solution d'un réactif spécifique de l'élément recherché et formant avec lui une combinaison colorée. On obtient ainsi sur le papier une véritable empreinte de la plage du minéral attaqué. On trouvera tous les détails sur cette technique dans une récente publication de Th. Hiller (68).

Pour compléter les observations faites au microscope, il est souvent nécessaire d'avoir recours à des essais chimiques. Il y a tout intérêt à effectuer ces essais en liaison avec l'examen microscopique, sur la faible quantité de poudre obtenue en attaquant la plage du minéral à étudier à l'aide d'une minuscule fraise de dentiste. On peut ainsi procéder sur ces poudres à des essais spectrochimiques, microchimiques ou photocolorimétriques (122).

III. — **Synthèses minérales.**

Les synthèses apportent au minéralogiste des éléments de comparaison intéressants dans ses recherches sur le mode de formation des minéraux dans la nature. Au cours de ces dernières années les efforts des minéralogistes ont porté principalement sur la reproduction des silicates en présence

de l'eau à des températures voisines de son point critique (374°) et au-dessus. Un grand nombre de résultats expérimentaux remarquables ont été ainsi obtenus par Keyes et ses collaborateurs (90), et par van Nieuwenburg et Blumendal (92, 93). Ces derniers ont démontré notamment la possibilité d'un transport de la silice, hypothétiquement admise déjà par les lithologistes. On trouvera une bibliographie complète de ces travaux dans une toute récente monographie de Georges W. Morey et Earl Ingerson (91). Parmi les minéraux reproduits signalons : la kaolinite, la pyrophyllite, la montmorillonite, le talc, l'antigorite.

Les minéraux entrant dans la constitution des minerais métalliques ont donné lieu aussi à des essais de synthèse très encourageants : sur la formation des oxydes de fer (102), les minéraux de la série Ag^2S-Cu^2S (104), et les sulfures doubles de cuivre et de fer (103).

IV. — **Associations minérales, paragenèses et géochimie.**

Cette partie de la minéralogie mériterait à elle seule un long exposé qui fera l'objet d'une revue ultérieure. Je me contenterai pour l'instant d'indiquer, en références bibliographiques, les travaux les plus importants. Les publications sur les roches éruptives et les gîtes métallifères en relation avec la mise en place de ces roches ont été résumées dans la Revue de Pétrographie de M. L. Glangeaud [1].

En ce qui concerne les minerais métalliques complexes, nous insisterons seulement pour l'instant sur l'importance de l'examen microscopique dans leur étude. En effet il permet de déterminer, d'une part leur composition minéralogique exacte, d'autre part leur structure. Les résultats de ces observations faites en plusieurs points d'une zone minéralisée (en particulier dans les zones de cémentation) associées à certaines données géologiques, permettent de déduire des hypothèses intéressantes sur la genèse du minerai étudié. Les connaissances acquises ainsi, à l'aide du microscope, sont en outre dans beaucoup de cas, d'une grande importance au point de vue industriel. En effet, à l'étude précise de la composition minéralogique, est liée celle de la répartition des métaux utiles dans le minerai, et à l'étude des structures celle d'une méthode de séparation mécanique rationnelle de ses constituants minéralogiques. De nombreux travaux ont paru concernant la composition minéralogique et la structure des divers types de minerais (minerais plombo-zincifères, aurifères, argentifères, cobaltifères, cuprifères, etc.). On trouvera dans la bibliographie les références à quelques-uns d'entre eux (112 à 129).

Il n'est pas sans intérêt de signaler ici des expériences récentes relatives à la polarisation électrolytique de la pyrite et de quelques minerais de fer (72, 83). Des études de ce genre, si elles sont généralisées, peuvent nous éclairer sur l'origine des associations minérales rencontrées dans les minerais métalliques. Il n'est pas douteux en effet que les phénomènes électrochimiques jouent un certain rôle au cours des remplissages filoniens et dans les transformations qu'ils subissent ensuite (cémentation).

Météorites. — Les météorites doivent retenir l'attention du minéralogiste, car elles lui fournissent au point de vue lithologique et géochimique des observations comparatives importantes avec les roches terrestres. Plusieurs chutes récentes ont été étudiées par A. Lacroix (133), A. L. Coulson et d'autres. Une monographie de F. Heide (132) les signalent toutes. Goldschmidt (131) s'est occupé de la répartition des terres rares dans les météorites.

Alluvions. — Les associations détritiques que constituent les alluvions diverses nous fournissent des données très intéressantes sur la composition des roches d'où elles proviennent. Tous les minéraux lourds de celles-ci s'y rencontrent. Leur étude est particulièrement importante dans les territoires d'outre-mer et elle a fait l'objet de plusieurs publications (144, 146, 156).

Méthodes de séparation des minéraux

Enfin, l'étude des associations minérales en général nécessite le plus souvent une séparation aussi rigoureuse que possible des minéraux qui les constituent, afin de déterminer plus aisément les caractères spécifiques de ceux-ci. Parmi les méthodes de séparation possibles, il vaut mieux faire appel à des méthodes physiques qui n'altèrent pas les minéraux, de préférence à celles basées sur des différences de propriétés chimiques, qui les détruisent plus ou moins complètement (attaque par les acides par exemple).

Ces méthodes utilisent des différences de densités, de propriétés magnétiques ou diélectriques. Elles ont fait quelques progrès qui permettent d'effectuer les séparations de minéraux dans de meilleures conditions qu'autrefois. Pour les séparations gravimétriques on emploie, outre les liqueurs habituelles (iodure de méthylène, bromoforme, etc.), la liqueur de Clerici, mélange de formiate et de malonate de thallium, de densité 4,2 à froid, 5 à chaud, qui est miscible à l'eau. Les minéraux à séparer

1. *Revue générale des Sciences*, 30 juin 1936. pp. 356-366.

y sont immergés en chute libre; dans certains cas il y a avantage à utiliser la centrifugation (148).

Pour les séparations électromagnétiques, le trieur automatique de Hallimond (147) fractionne les mélanges de minéraux en trois lots de perméabilités magnétiques différentes. Quelques perfectionnements encourageants ont été apportés aux procédés de séparations électrostatiques, et l'on a déterminé les constantes diélectriques des minéraux les plus communs (152). Dans le cas des sédiments argileux, la méthode d'analyse physique par électrophorèse de P. Urbain (48) permet de réaliser des séparations nouvelles. Enfin, le flottage différentiel (143) utilisé dans la pratique industrielle de la préparation mécanique des minerais métalliques, peut aussi être utilisé avec fruit par le minéralogiste pour des recherches de laboratoire.

J. Orcel,
Professeur de Minéralogie
au Muséum national d'Histoire naturelle.

BIBLIOGRAPHIE

I. Traités de Minéralogie et généralités.

1. H. Buttgenbach. — Les minéraux et les roches (études pratiques de cristallographie, pétrographie et minéralogie), 6e éd., 1 vol. in-8o, 730 p., 608 fig., Paris, Liége, 1935.
2. Dana-Ford. — A text book of Mineralogy, 851 p., 1.089 fig., New-York, 1932.
3. P. D. Graham. — The development of mineralogical Science, *Trans. Roy. Soc. Canada*, Ottawa 1934, v. 28, p. 33-42.
4. Klockmann. — Lehrbuch der Mineralogie, 11e éd. révisée par P. Ramdohr, 625 p., 613 fig., Stuttgart, 1936.
5. A. Lacroix. — Minéralogie de Madagascar. 3 vol. in-4o, Paris, 1922-1923.
6. H. Longchambon. — Les courbes de déshydratation des minéraux. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LIX, 1936, p. 145-161.
7. P. Niggli. — Lehrbuch der Mineralogie. 2 vol., Berlin 1924-1926.
8. K. Schlossmacher. — Datensammlung gesteinsbildender Mineralien für 1931. *Fortschr. d. Miner.*, etc..., Bd. 19, 1935, p. 217-298; für 1933, *ibid.*, p. 341-405.
9. Studies in Mineralogy, dedicated to Ch. Palache. — *Amer. Miner.*, vol. 22, 1937, no 5, p. 320-749.
10. F. Machatschki. — Isomorphie und Mischkristallbildung im Mineralreich. *Geol. Fören. Stockholm Förh.*, b. 54, 1932, p. 319-333.
11. S. Rösch. — Darstellung der Farbenlehre für die Zwecke des Mineralogen. *Fortschr. d. Miner.*, Bd. 13, 1929, p. 73-230.
12. A. N. Winchell. — The new mineralogy, *Amer. Min.*, vol. 18, 1933, p. 81-90.
13. Bibliographie des Sciences géologiques, publiée par la Société géologique de France et la Société française de Minéralogie. T. I à VII (1930-1936).

II. Minéralogie spécifique.

1. Etudes sur les silicates

a) *Classification et généralités.*

14. H. Berman. — Constitution and classification of the natural silicates. *Amer. Miner.*, vol. 22, mai 1937, no 5, p. 342-408.
15. W. L. Bragg. — The structure of silicates. *Zeits. f. Krist.*, A, Bd. 74, 255-305, 1930.
16. W. L. Bragg. — Exploration of the mineral World by X rays. *Nature*, London 1934, v. CXXXIV, p. 401-404; *Journal de Physique*, Paris, 1936, t. VII, p. 321-325.
17. V. M. Goldschmidt. — Kristallchemie. *Fortschr. d. Miner.*, etc..., Bd. 15, 1931, p. 73-146.
18. John W. Gruner. — Composition and structure of stilpnomelane. *Amer. Miner.*, vol. 22, août 1937, p. 912-925.
19. John W. Gruner. — The structural relationship of glauconite and mica. *Amer. Miner.*, vol. 20, oct. 1935, p. 699-714.
20. F. Machatschki. — Kristallchemie der silikate. *Geol. För. Stockholm Förh.*, Bd. 54, 1932, p. 447-470, 10 fig.
21. J. Orcel. — Recherches sur la composition chimique des chlorites. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. L, 1927, p. 75-456, 4 pl.
22. M. A. Peacock. — On wollastonite and parawollastonite. *Amer. Jour. of Sc.*, vol. XXX, déc. 1935, p. 495-529.
23. E. Wayne Galliher. — Glauconite genesis. *Bull. of the geol. Soc. of America*, vol. XLVI, sept. 1935, no 9, p. 1351-1366.
24. J. Wyart. — Recherches sur les zéolites. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LVI, 1933, p. 81-187, 8 pl.

b) *Les silicates cryptocristallins.*

Minéraux des serpentines.

25. Mlle S. Caillère. — Contribution à l'étude des minéraux des serpentines. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LIX, 1936, p. 163-326, 2 pl. — Composition minéralogique des minerais silicatés de nickel (nouméite et garniérite). *C. R. Congrès int. des Mines, de la Métall. et de la Géol. appl., Sect. géol. appl.*, p. 197-205.
26. George C. Jr. Selfridge. — An X ray and optical investigation of the serpentine minerals. *Amer. Miner.*, vol. 21, août 1936, p. 463-503.
27. F. W. Syromiatnikow. — Classification, nomenclature and identification of minerals of the chrysotile group. *Bull. Soc. nat. Moscou, sér. géol.*, t. XII (4), 1934, p. 563-574 (en russe). — The mineralogy of asbestos : ishkyldite, a new structural variety of chrysotile. *Amer. Miner.*, vol. 21, 1936, p. 48-54.

Sépiolites et palygorskites.

28. Mlle S. Caillère. — Sur une sépiolite fibreuse de Madagascar. *C. R. Acad. Sc.*, t. 196, 1933, p. 416. — Observation sur la composition chimique des palygorskites; *ibid.*, t. 198, 1934, p. 1795-1798. — Etude de la déshydratation de la paraspiolite fibreuse de Madagascar, *ibid.*, t. 199, 1934, p. 1626-1628. — Etude de quelques silicates magnésiens à faciès asbestiforme ou papyracé n'appartenant pas au groupe de l'antigorite. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LIX, 1936, p. 353-374.
29. A. Fersmann. — Recherches sur les silicates de magnésie (en russe). *Mém. Acad. Sc. Saint-Pétersbourg*, 8e sér., t. XXXII, II, 1913.
30. J. de Lapparent. — Formule et schéma structural de l'attapulgite. *C. R. Acad. Sc.*, t. 202, 1936, p. 1728. — Parenté des corps de la série sépiolite-attapulgite avec les silicates phylliteux du type mica. *Ibid.*, t. 203, 1936, p. 482.

31. H. LONGCHAMBON. — Sur la sépiolite d'Ampandrandava. *C. R. Acad. Sc.*, t. 200, 1935, p. 1331 et p. 1607. — Sur les propriétés caractéristiques des palygorskites. *Ibid.*, t. 203, 1936, p. 672-674.
32. LONGCHAMBON. — Sur certains caractères distinctifs des sépiolites, antigorites et stéatites. *C. R. Congrès Soc. savantes*, Paris 1935, p. 44-48, 2 fig.
33. H. LONGCHAMBON et G. MIGEON. — Sur les sépiolites. *C. R. Acad. Sc.*, t. 203, 18 août 1936, p. 431.
34. G. MIGEON. — Sur la teneur en eau et la déshydratation des sépiolites. *C. R. Acad. Sc.*, t. 200, p. 471-474. — Sur la variation de volume et les modifications du réseau des sépiolites en fonction de la température. *Ibid.*, t. 200, 1935, p. 947-949. — Contribution à l'étude de la définition des sépiolites (Thèse). *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LIX, 1936, p. 6-134, 3 pl.

Kaolin et constituants des argiles.

35. K. ENDELL, V. HOFMANN, et D. WILM. — Ueber die Natur der keramischen Tone. *Ber. d. deutschen Keram. Gesell.* E. V., Bd. 14, 1933, p. 407-438.
36. Wolf von ENGELHARDT. — Ueber silikatische Tonminerale. *Fortschr. d. Miner.*, Bd. 21, 1937, p. 276-340
37. R. FREY, B. YOVANOVITCH, J. BURGHELLE. — Composition et genèse probables de quelques terres décolorantes nord-africaines. *Serv. des Mines et de la Carte géol. du Maroc*, Mém. n° 38, 1936, 65 p.
38. JOHN W. GRUNER. — The structural relationship of nontronites and montmorillonites. *Amer. Miner.*, vol. 20, 1935, p. 475-483. — Densities and structural relationships of kaolinites and anauxites. *Ibid.*, vol. 22, 1937, p. 855-860.
39. Herbert INSLEY and R. H. EWELL. — Thermal behavior of the kaolin minerals. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, vol. XIV, mai 1935. Research paper, R. P. 792.
40. P. F. KERR. — Attapulgus clay. *Amer. Miner.*, vol. 22, 1937, p. 534-550.
41. C. J. KSANDA et Tom F. BAREH. — Note on the structure of dickite and other clay minerals. *Amer. Miner.*, vol. 20, sept. 1935, p. 631-637.
42. J. DE LAPPARENT. — Sur un constituant essentiel des terres à foulon. *C. R. Acad. Sc.*, t. 201, 1935, p. 481. — La place de la montmorillonite dans la catégorie des silicates phylliteux. *Ibid.*, t. 201, 1935, p. 527. — Sur l'interprétation des radiogrammes de poudres de cristaux exécutés d'après des phyllites argileuses. *Ibid.*, t. 203, 1936, p. 596. — Caractères minéralogiques des smectites. *Ann. Off. nat. des comb. liquides*, n° 5, 1936, p. 863-943, 23 fig., 3 pl. — Connaissance des terres décolorantes. *La Revue de Chimie industrielle*, n° 546, 1937, 7 p. — A propos de l'attapulgite. *Zeits f. Krist.* (A), Bd. 97, 1937, p. 237-239.
43. LONGCHAMBON. — Sur les constituants minéralogiques essentiels des argiles, en particulier des terres à foulon. *C. R. Acad. Sc.*, t. 201, 1935, p. 483.
44. G. NAGELSCHMIDT. — Röntgenographische Untersuchungen an Tonen. *Zeits f. Krist.* (A), Bd 87, 1934, p. 120 145. — On the lattice Shrinkage and structure of montmorillonite. *Ibid.*, Bd. 93, 1936, p. 481-487.
45. J. ORCEL et S. CAILLÈRE. — L'analyse thermique différentielle des argiles à montmorillonite (bentonite). *C. R. Acad. Sc.*, t. 197, 1933, p. 774.
46. J. ORCEL. — L'emploi de l'analyse thermique différentielle dans la détermination des constituants des argiles, des latérites et des bauxites. *Congrès des Mines, de la Métallurgie et de la Géol. app.*, section de géol. appl., t. I, p. 360-373.
47. C. S. ROSS et P. F. KERR. — Halloysite and allophane. *Prof. Papers U. S. Geol. Survey*, Washington, 1934, n° 185, p. 135-148, pl. 28-29.
48. URBAIN P. — Introduction à l'étude pétrographique et géochimique des roches argileuses (Méthodes chimiques, microscopiques, thermiques, rœntgenographiques et mécaniques). *Actualités scient. et indust.*, fasc. 499 et 500, 142 p., 18 fig., 3 pl., Paris, 1937.

c) *Propriétés optiques des silicates.*

49. M. J. BUERGER. — The optical properties of ideal solution immersion liquid. *Amer. Miner.*, vol. 18, n° 8, août 1933, p. 325-334.
50. R. D. BUTLER. — Immersion liquids of intermediate refraction (1.450-1.630). *Amer. Miner.*, vol. 18, n° 9, sept. 1933, p. 386-401.
51. H. BUTTGENBACH. — Mesure de l'angle des axes optiques et détermination du signe optique à l'aide du réfractomètre. *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 5e sér., 1936, XXII, p. 125-133.
52. T. CARPANESE. — Applicazioni del metodo di immersione. *Zeits. f. Krist.*, Bd. 86, 1933, p. 145-152.
53. L. DÉVERIN. — Liquides nouveaux pour la détermination des indices de réfraction par la méthode d'immersion. *Actes de la Soc. helvétique des Sc. natur.*, Zürich, 1934, p. 328-329.
54. R. C. EMMONS. —. The double variation of refractive index determination. *Amer. Miner.*, vol. 14, 1929, p. 414-426.
55. Michael FLEISCHER. — The relation betwen chemical composition and physical properties in the garnetgroup. *Amer. Miner.*, vol. 22, 1937, p. 751-759.
56. P. GAUBERT. — Mesure des indices de réfraction d'un solide par immersion dans un liquide porté à une température déterminée. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. XLV, 1922, p. 89-94.
57. A. GOOSSENS. — Sur la mesure d'indices de réfraction supérieurs à 1,8, par la méthode de Becke. *Comm. Spéc. du Katanga*, A, *Serv. Mines*, Bruxelles, 1930, t. I, p. 59-63.
58. E. S. LARSEN and Harry BERMAN. — The microscopic determination of the nonopaque minerals, 2e éd. *U. S. Geol. Survey*, Bull., n° 848, 266 p., Washington, 1934.
59. CHESTER B. SLAWSON et A. B. PECK. — The determination of the refractive indices of minerals by the immersion method. *Amer. Miner.*, vol. 21, août 1936. p. 523-528.
60. C. D. WEST. — Immersion liquids of high refractive index. *Amer. Miner.*, vol. 21, 1936, p. 245-249.
61. A. N. WINCHELL. — The lepidolite system. *Amer. Miner.*, vol. 17, 1932, p. 551-553. — Further stuties in the pyroxène group. *Ibid.*, vol. 20, 1935, p. 562-568. — The biotite system. *Ibid.*, vol. 20, 1935, p. 773-779. — A third study of chlorite. *Ibid.*, vol. 21, 1936, p. 642-651.

2. *Etude des minéraux opaques entrant dans la constitution des minerais métalliques.*

62. BEREK M. — Optische Messmethoden im polarisierten Auflicht. *Fortschr. der Miner.*, Bd. 22, 1-104, Berlin, 1937.
63. L. CAPDECOMME. — Recherches sur les mesures de pouvoirs réflecteurs au moyen du microscope (Thèse), Paris, 1937, 114. p.
64. L. CAPDECOMME et G. JOURAVSKY. — Sur les indicatrices de pouvoirs réflecteurs des cristaux peu absorbants. *C. R. Acad. Sc.*, t. 204, 1937, p. 137.
65. R. GALOPIN. — Différienciation chimique des minéraux métalliques par la méthode des empreintes (Application de l'analyse à la touche sur des surfaces polies). *Bull. Suisse Min. et Pétr.*, vol. XVI, 1936, p. 1-18.
66. L. C. GRATON. — Technique in mineralography at Haward. *Amer. Miner.*, vol. 22, mai 1937, n° 5, p. 491-516.

67. M. H. Haycock. — Application of the quartz spectrograph to the study of opaque minerals. *Economic geol.*, vol. 28, 1933, p. 364-382.

68. Th. Hiller. — Sur l'application de la méthode des empreintes à la détermination des minéraux opaques en sections polies. *Bull. suisse de Min. et Pétr.*, vol. XVII, 1937, p. 88-145, 4 pl.

69. G. Jouravsky. — Propriétés optiques, densités et degré de corrosion des titanomagnétites alumino-magnésiennes. *C. R. Acad. Sc.*, 1936, t. 203, p. 373-375.

70. D. Malmquist. — Microphotographische Aufnahmen von Achsenbildern opaken Mineralien im Ultrarot. *Zent. f. Min.*, 1935, Abt. A., n° 7, p. 209-213.

71. D. Malmquist. — Zur Optik des Arsenkieses im sichtbaren Spektrum. *Bull. of Geol. Inst. of Upsala*, XXVI, 1935, p. 1-25.

72. Atsushi Matsubara. — Electrolytic Polarisation of Pyrite Electrode. *Mem. of the College of Science, Kyoto Imp. Univ.*, ser. B, vol. X, n° 1, p. 73-119, 1934.

73. H. Moritz. — « Universalvergleichslösungen » und « beste » Linien zur Bestimmung spurenweise beigemengten Elemente in Erz, und Gesteinsmineralien durch Emissionsspektralanalyse. *Chemie der Erde*, Bd. VIII, 1933, p. 321-358. — Chemical emission spectrum analysis. *The Mining Magazine*, juillet 1934.

74. J. Orcel. — L'étude microscopique des minerais métalliques, in *Introduction aux Études minières coloniales, Publ. Bureau d'Et. Geol. et min. coloniales*, 1934, p. 209-253, 5 pl. hors-texte, 19 fig.

75. J. Orcel. — La mesure du pouvoir réflecteur des minéraux opaques à l'aide de la cellule photoélectrique et ses applications. *Bull. Soc. franç. Min.* (Livre jubilaire), t. LIII, 1930, p. 301-349.

76. J. Orcel. — L'éclat des minéraux et la mesure de leurs pouvoirs réflecteurs au moyen du microscope photoélectrique. *Archives du Muséum d'Histoire naturelle*, volume du Tricentenaire, 6e sér., t. XII, 1935, p. 171-188, 1 pl.

77. J. Orcel. — Remarques sur les conditions expérimentales de la mesure des pouvoirs réflecteurs des minéraux opaques à l'aide du microscope photoélectrique. *C. R. Congrès des Soc. sav.*, 1936, p. 133-136.

78. Orcel et P. Fastré. — Courbes de dispersion de quelques étalons de pouvoirs réflecteurs utilisables dans l'étude microscopique des minerais métalliques, t. 200, 1935, p. 1485-1488.

79. J. Orcel et S. Pavlovitch. — Les caractères microscopiques des oxydes de manganèse et des manganites naturels. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LIV, 1931, p. 108-179, 12 pl.

80. P. Ramdohr. — Erzmikroskopische Untersuchungen an einingen seltenen oder bisher wenig beachteten Erzmineralien. *Zentralbl. f. Min.*, etc., 1937, A, p. 193-211 et 289-303.

81. M. N. Short. — Microscopic determination on the ores minerals. *U. S. Geol. Survey, Bull. 825*, 204 pages, 16 fig., 11 pl.

82. H. Schneiderhöhn et P. Ramdohr. — Lehrbuch d. Erzmikroskopie, 2 vol. in-8° et tables de détermination, Berlin, 1931, 1934.

83. Jitsutaro Takubo. — On the electrolytic polarization of some iron minerals. *Mem. of the College of Sc., Kyoto Imp. Univ.*, Ser. B, vol X, p. 37-62, 1934.

84. Allen W. Waldo. — Identification of the copper ore minerals by means of x-ray powder diffraction patterns. *Amer. Miner.*, vol. 20, août 1935, p. 575-597.

III. **Synthèses minérales.**

Silicates.

85. N. L. Bowen, J. F. Schairer. — The System MgO-FeO-SiO². *Amer. Journ. of Sc.*, vol. XXIX, 1935, n° 170, p. 151-217, 28 fig., 7 tab.

86. L. T. Brownmiller. — Study of system lime-potash-alumina. *Amer. Journ. of Sc.*, vol. XXIX, n° 171, p. 260-277, 3 fig., 11 tab.

87. W. Eitel. — Die experimentellen Hilfsmittel zur mineral-synthese unter hohen Drucken und hohen Temperaturen. *Fortschr. d. Miner.*, etc..., Bd. 10, 1925, p. 157-186.

88. P. Grigoriev. — Uber die Kristallisation von Hornblende und Glimmer aus künstlichen Silikatschmelzen. *Zent. f. Min., Geol.*, etc., 1935, abt. A, n° 4, p. 117-123, 7 fig.

89. D. P. Grigoriev et H. W. Iskull. — Uber die Kristallisation von Pyroxen und Hornblende aus künstlichen Silikatschmelzen. *Zentr. f. Min. Geol.*, etc., 1936, abt. A, p. 82-87.

90. F. G. Keyes. — *Proc. Am. Acad Arts Sc.*, vol. 68, 1933, p. 505; L. B. Smith, E. G. Keyes et H. T. Gerry. *Ibid.*, vol. 69, 1934, p. 137; L. B. Smith et F. G. Keyes. *Ibid.*, vol. 69, 1934, p. 285; F. G. Keyes, L. B. Smith et H. T. Gerry. *Ibid.*, vol. 70, 1936, p. 319.

91. G. W Morey et Earl Ingerson. — The pneumatolytic and hydrothermal alteration and synthesis of silicates. *Economic Geol.*, vol. XXXII, 1937, p. 607-760, suppl. au n° 5.

92. Van Nieuwenburg et H. B. Blumendal, *Rec. trav. chim. des Pays-Bas*, vol. LI, 1932, p. 708.

93. Van Nieuwenburg. — La synthèse pneumatolytique des silicates. *Conférences du centre de perfectionnement technique*, n° 237, 10 p.

94. Usahuo Nishika. — Systèmes CaO-TiO²; CaO-SiO²; CaO-Al²O³-SiO². *Kinzokuma-Kaykin*, vol. XII, 1935, p. 168.

95. W. Noll. — Hydrothermale Synthese des Kaolins. *Miner. u. Petrogr. Min*, 1934, Bd. 45, p. 175-190. — Ueber die Bildungsbedingungen von kaolin, montmorillonite, sericit, pyrophyllit und analcim. *Ibid.*, 1936, Bd. 48, p. 210-246.

96. N. W. Taylor, F. J. Williams. — Reaction between solids in the system CaO-MgO- SiO² in the temperature range 600°C-1200°C. *Bull. Geol. Soc. of Amer.*, t. 46, 1935, p. 1121-1136.

97. R. H. Ewel and Herbert Insley. — Hydrothermal synthesis of kaolinite, dickite, beidellite and nontronite. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, vol. XV, août 1935, Research paper, R. P. 819.

98. A. N. Winchell. — The microscopic characters of artificial inorganic solid substances or artificial minerals. New-York (Wiley et Sons), 1931, 403 p., 310 fig.

Constituants des minerais métalliques.

99. H. Borchert. — Experimentelle Untersuchungen an natürlichen sulfidischen Eisen-Kupfer-Erzen und sich daraus ergebende genetische Schluss-folgerungen. *Fortschr. d. Miner.*, 1936, Bd. 20, p. 32.

100. T. Carpanese. — Sulla bismutinite sintetica. *Periodico di Mineralogia*, VII, n° 1, 1936, p. 1-19.

101. R. B. Draper. — The synthesis of magnesio-ferrite and some observations on « mineralization ». *Amer. Jour. of Sc.*, vol. XXX, 1935, p. 106-115.

102. J. W. Greig, E. Posnjak, H. E. Merwin et R. Sosman. — Equilibrium relationships of Fe^3O^4, Fe^2O^3, and oxygen. *Amer. Journ. of Sc.*, vol. XXX, 1935, p. 239-316.

103. H. E. Merwin et R. H. Lombard. — The system Cu-Fe-S, *Economic Geol*, vol. XXXII, 19937, p. 204-284.

104. G. M. Schwartz. — Relations of chalcocite-stromeyerite-argentite, *Economic Geol.*, vol. XXX, 1935, p. 128-146.

IV. Associations minérales, paragenèses, géochimie.

Généralités.

105. F. ANGEL. — Buts et tâches de l'étude des paragenèses. « *Scientia* », juin 1935, p. 143-152.

106. F. ANGEL et R. SCHARIZER. — Grundriss der Mineralparagenese. 1 vol., 293 p., Vienne, 1932.

107. L. BERTHOIS. — Recherches sur les minéraux lourds des granites de la partie orientale du massif armoricain (Thèse), 190 p., 11 pl., Rennes, 1935.

107 *bis*. P. G. H. BOSWELL. — On the mineralogy of sedimentary rocks, Londres 1933.

108. John W. DALY. — Paragenesis of the mineral assemblage at Crestmore, Riverside County, California. *Amer. Miner.*, vol. 20, sept. 1935, p. 638-659.

109. J. A. DUNN. — The minerals deposits of Eeastern Singbhum and surrounding areas. *Memoirs of the Geol. survey of India*, vol. LXIX, part. 1., 1937, p. 1-279, 23 pl.

110. Ch. PALACHE. — The minerals of Franklin and Sterling Hill, Sussex County, New-Jersey. *U. S. Geol. Surv.*, Prof. Paper nº 180, Washington 1935, 135 p., 19 pl., 199 fig.

111. F. H. POUGH. — Phenakit, seine Morphologie und Paragenesis. *N. Jahrb. f. Miner.*, Beil. Bd. 71, Abt. A, p. 291-341.

Minerais métalliques.

112. E. S. BASTIN, L. C. GRATON, W. LINDGREN, etc..., Criteria of age relations of minerals, with especial reference to polished sections of ores. *Econ. Geol.*, vol XXVI, 1931, p. 562-610.

113. A. G. BETEKTIN. — Le platine et les minéraux du groupe du platine. *Inst. Lomonosoff, Acad. Sc. U. R. S. S.*, 1935, 148 p., 81 fig., 2 cartes (en russe).

114. Gabor DESSAU. — Studi sulla miniera del Bottino. *Boll. della Soc. Geol. Ital.*, vol LIV, 1935, p. 333-52, 2 pl.

115. Gabor DESSAU. — I minerali dei filoni a nikelio e cobalto dell' Arburese (Sardegna). *Peridico di Miner.*, 1936, p. 1-21, 3 pl.

116. J. A. DUNN. — A study of some microscopical aspects of Indian manganese-ores. *Transact. of Nat. Inst. of Sc. of India*, vol. I, nº 7, p. 103-124.

116 *bis*. A. B. EDWARDS. — The Iron ores of the Middleback Ranges, South Australia, *Proceed. Austral. Inst. of Min. and Metall.*, nº 102, 1936, p. 155-206.

117. G. JOURAVSKY. — Sur la composition chimique des titanomagnétites. *C. R. Acad. Sc.*, 1936, t. 202, p. 1689-1691.

118. D. F. KIDD et M. H. HAYCOCK. — Mineragraphy of the ores of Great Bear Lake. *Bull. geol. Soc. of America*, vol. 46, 30 juin 1935, nº 6, p. 879-960.

119. W. H. NEWHOUSE. — Opaque oxides and sulphides in common igneous rocks. *Bull. of the Geol. Soc. of America*, vol. 47, 1936, p. 1-52, 18 pl.

120. J. ORCEL et C. BERTHELOT. — Les Minerais, étude, préparation mécanique, marché. Paris, Baillière, 1930, 1 vol. in-8º, 544 p., 156 fig., 24 pl. hors texte.

121. J. ORCEL. — Sur l'existence de la coronadite dans les minerais de manganèse de Bou-Tazoult (région de l'Imini, Maroc). *C. R. Acad. Sc.*, t. 194, 30 mai 1932, p. 1956.

122. J. ORCEL et G. JOURAVSKY. — Le minerai de cobalt de Bou Azzer (Maroc); sa composition minéralogique et sa structure. *Congrès Int. des Mines, de la Métall. et de la Géol. appl., sect. géol. appl*, p. 207-216, 1 pl. 1935.

123. J. ORCEL. — Données nouvelles sur l'origine des gisements stannifères de Pak Hin Boun (Laos), *C. R. Congrès des soc. savantes*, sect. des Sciences, 1932, p. 190-196. — Etude métallographique d'un minerai cuprifère complexe du gîte pyriteux d'El Azouar (Constantine). *Ibid.*, 1933, p. 178-183. — La stannine de certains gisements d'étain de la France métropolitaine et coloniale. *Ibid.*, 1935, p. 49-51.

124. N. PETRULIAN. — Etude chalcographique du gisement aurifère de Rosia Montana (Transylvanie, Roumanie). *Annar. Inst. geol.*, al Romăniei, vol. XVI, 1931, p. 7-45, 7 pl. — Etude chalcographique du gisement de plomb et de zinc de Herja (Transylvanie, Roumanie). *Ibid.*, vol. XVI, 1931, p. 51-82, 9 pl., Bucarest, 1934.

125. P. PIEPOLI. — Etude microscopique de quelques minerais des filons argentifères du Sarrabus (Sardaigne). *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LVI, 1933, p 277-302, 6 pl. — Etude microscopique de quelques minerais du filon cobalto-nickelifère de Riu Planu is Castangias, Gonnosfanadiga (Sardaigne). *Ibid.*, t. LVII, 1934, p. 270-282.

126. P. RAMDOHR. — Fortschritte auf dem Gebiet der Lagerstätten-Kunde. *Fortsch. d. Miner.*, Bd. 22, p. 105-184, Berlin, 1937.

127. Ir. C. SCHOUTEN. — Metasomatische Probleme (Mount Isa, Rammelsberg, Meggen, Mansfeld und künstliche Verdrängungen), 147 p., 174 fig., Amsterdam, 1937.

128. G. M. SCHWARTZ. — Microscopic criteria of hypogene and supergene origin of ore minerals. *Economic Geol.*, vol. XXVII, 1932, p. 533-553.

129. F. L. STILLWELL. — The occurrence of telluride minerals at Kalgoorlie. *Proc. Austral. Inst. of Min. and Metall.*, nº 84, 1931, p. 115-190, 41 fig.

Météorites.

130. A. L. COULSON. — The Patwar meteoric shower of the 29 th july 1935. *Rec. geol. Surv. of India*, vol. LXIX, 1936, p. 439-457. — Meteorites. *Trans. Mining and geol. Inst. of India*, p. 143-157, 5 pl.

131. V. M. GOLDSCHMIDT. — Grundlagen der quantitativen Geochemie. II. (Seltene Elemente in Meteoriten). *Fortschr d. Miner.*, Bd. 19, 1935, p. 183-216.

132. F. HEIDE. — Fortschritte in der Meteoritenkunde. *Fortschr. d. Miner.*, Bd. 21, 1937, p. 225-275.

133. A. LACROIX. — L'eucrite de Bereba (Hte Volta) (27 juin 1924). *Nouvelles archives du Museum*, 6e sér., t. I, 1926, p. 15-58. — Les veinules fondues des météorites. Leur analogie avec les « pseudotachylites » des régions terrestres. *C. R. Ac. Sc.*, t. 182, 1926, p. 1581-1584. — Sur un aérolite tombé à Beyrouth (Syrie) le 31 déc. 1921. *Ibid.*, t. 188, 1929, p. 949-951. — Sur la chute l'extrême sud tunisien. *Ibid.*, t. 193, 1931, p. 305. — Chutes récentes de météorites en A. O. F. *Ibid.*, t. 194, 1932, p. 1533. — Sur une chute de météorite survenue au Cambodge le 9 janvier 1933. *Ibid.*, t. 197, 1933, p. 565. — Sur une météorite pierreuse tombée au Maroc le 22 août 1932. *Ibid.*, t. 197, 1933, p. 368. — La météorite (diogénite) de Tataouine, Tunisie (27 juin 1931). *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LV, 1932, p. 101-122. — Sur des météorites pierreuses tombées dans l'Aïr (colonie du Niger). *C. R. Acad. Sc.*, t. 200, 1935, p. 1641. — Les tectites de l'Indochine. *Nouvelles Arch. du Muséum*, 6e sér., 1932, t. VIII, p. 139-240.

Géochimie.

134. A. K. BOLDYREV. — Les rayons atomiques et ioniques dans les cristaux, *Travaux du Congrès jubilaire Mendéleev. Acad. Sc de l'U. R. S. S.*, Leningrad, 1936, p. 293-352.

135. A. FERSMAN. — La loi périodique de Mendéleev et son application à la géochimie. *Congrès jubilaire Mendéleev, Acad. Sc. de l'U. R. S. S.*, p. 419-454, Leningrad, 1936.

136. A. FERSMANN. — Géochimie (en russe). Leningrad, 1933-1937.

137. V. M. GOLDSCHMIDT. — Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente. *Skrifter. Norsk. Videns. Akad. Oslo*, 1 (2) (1926), p. 1-117, (1927), nº 8, p. 1-156.

138. E. JAENECKE. — Mineralogie und Phasenlehre. *Fortschr. d. Miner.*, etc., Bd. 17, 1933, p. 73-111.

139. H. Seifert. — Geologische Thermometer. *Fortschr. d. Miner.*, Bd. 14, 1929, p. 167-231.
140. S. T. Thugutt. — Sur l'état de certains hydrosoles mixtes dans une température élevée. *Arch. Min. Soc. des Sc. et Lettres de Varsovie*, vol. XII, 1936, p. 69-74.
141. W. J. Vernadsky. — Sur les variations du poids atomique des éléments chimiques sur la terre. *C. R. Acad. Sc. U. R. S. S.*, 1936, vol. III (XII), n° 3, p. 129-133.
142. W. J. Vernadsky. — Geochimie, 1 vol. in-8°, 370 p., Leipzig, 1930.

Méthodes de séparation des minéraux et méthodes d'investigation diverses.

143. C. Berthelot. — Séparation et concentration des substances minérales par flottage. *Centre de documentation chimique*, n° 121, 1936.
144. M. E. Denaeyer et J. Gonieau. — Méthode optique de détermination et tableaux des minéraux transparents ou opaques des concentrés des sables d'alluvions. *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. LX, 1937, p. 266-296.
145. Fraser H. J. and Dreyer Robert M. — Mutual interference in the microchemical determination of ore minerals. *Amer. Miner.*, vol. 22, sept. 1937, p. 949-976.
146. V. Goloubinoff. — Détermination optique des minéraux transparents dans les concentrés de prospection alluvionnaire. *B. Econ. Indochine*, 1936, p. 348-372.
147. A. F. Hallimond. — An electromagnetic separator for mineral powders. *Mineralogical Magazine*, sept. 1930, vol. XXII, p. 377-381.
148. W. Kunitz. — Die volumetrische Phaseanalyse mittels der Zentrifuge, eine neue Methode zur quantitativen Gesteinsbestimmung. *Zentral. f. Min.*, etc., 1929, p. 429.
149. Mahl. — Abbildung von Mineralien mit dem elektronen-mikroskop. *Min. u. petr. Mitteil.*, Bd. 46, 1935, p. 289.
150. J. Orcel. — Etude minéralogique de concentrés aurifères provenant des alluvions de la Falémé (A. O. F.), 1934, p. 82-86.
151. J. Orcel et S. Pavlovitch. — Remarques sur la préparation de la liqueur de Clerici. *Bull. Soc. franç. Min.*, t. LV, 1932, p. 85.
152. Joseph L. Rosenholtz et Dudley T. Smith. — The dielectric constant of mineral powders. *Amer. Miner.*, vol. 21, février 1937, p. 115-120.
153. Lloyd W. Staples. — Mineral determination by microchemical methods. *Amer. Miner.*, vol. 21, oct. 1936, p. 613-634.
154. F. V. Syromyatnikov. — The micropycnometric method for the determination of specific gravities of minerals. *Amer. Miner.*, vol. 20, n° 5, 1935, p. 364-370.
155. Jitsutaro Takubo. — Versuche über dielektrizitätskonstanten von isomorphen Mischkristallen, 1. Plagioklas und Zinkblende. *Mem. of the College of Science*, Kyoto, Imp. Univ., sér. B, vol. X, n° 1, p. 17-36, 1934.
156. L. Thiébaut. — Etude pratique des alluvions, in Introduction aux études minières coloniales. *Pub. du Bur. d'ét. géol. et min. col.*, 1934, p. 49-68.

LE TISSU CONJONCTIF FŒTAL

DESCRIPTION ET COMMENTAIRES

Le développement de tissu conjonctif présente des particularités qui méritent de retenir l'attention des biologistes.

L'exposé qui suit relate les observations effectuées sur des fœtus humains sains expulsés entre le 4e et le 5e mois de la grossesse après manœuvres abortives.

On considère successivement : l'état syncitial primitif, — les principes généraux relatifs à la production de la substance fondamentale, — quelques aspects morphologiques de cette dernière, — l'adipogénèse, — et l'hémopoièse réalisée au sein des structures réticulaires.

I. — **L'état plasmodial primitif et ses réapparitions ultérieures.**

On sait que le tissu conjonctif embryonnaire se présente à l'état de plasmode plurinucléé [1].

Ce dernier est formé d'un protoplasme continu, très fragile, parsemé de noyaux clairs et volumineux. De ci de là apparaissent des filaments ou des grains résultats de coagulations provoquées par l'action altérante de la technique.

Le protoplasme souvent rompu ou effiloché à quelque distance des noyaux demeure cohérent à leur entour constituant un halo dont les marges indécises s'estompent délicatement à la manière d'une fumée qui se disperse. Parfois il s'allonge en traînées périnucléaires (flammes ou fouets onduleux) qui acquièrent les caractères tinctoriaux de la substance fondamentale précollagène.

Cette dernière transformation (dont on saisit ici la réalisation parcellaire) s'accomplit en divers points du plasmode. Elle résulte des modifications chimiques apportées à la composition du protoplasme. Tant que les groupements qui en dérivent font corps avec ce protoplasme et demeurent unis à lui, ces substances modifiées ne se distinguent pas des ensembles où elles prennent naissance. Mais quand les variations subies imposent aux corps nouveaux l'obligation de se séparer des milieux où ils ne sont plus miscibles, ils font

1. Caillau : Les lymphodermies et myélodermies. *Ann. d'Anat. path.*, 1929.

figures d'enclaves (graisses et mucoïdes, substances fondamentales diverses).

Cette séparation par synérèse offre un caractère très général; elle explique l'apparition des collagènes caractéristiques des tissus conjonctifs et la production des substances anormales, nées sous l'influence d'excitations exceptionnelles.

Telle est la constitution simple du tissu conjonctif embryonnaire et telles sont les premières modifications qu'apporte à sa structure l'évolution naturelle des éléments qui le composent.

Le caractère plasmodial de la gelée primitive mérite cependant de retenir plus longuement l'attention.

Chez l'adulte cette apparence est rare; les protoplasmes sont distribués en figures cellulaires. On connaît pourtant quelques exceptions notables : telles sont les myéloplaxes ou les cellules géantes, les uns et les autres déterminés par la présence de corps étrangers. Ces derniers provoquent soit la confluence de cellules dont les noyaux demeurent distincts, soit l'hypertrophie cytoplasmique d'un corps cellulaire dont les noyaux se multiplient et dont les processus de cloisonnement cellulaire sont inhibés. Chatton[1] a montré, en effet, que certains protistes acquièrent, sous l'influence du parasitisme, un caractère plasmodial; leurs cytoplasmes se présentent alors sous forme d'une masse indivise plurinucléée; la disparition du parasitisme, c'est-à-dire, le retour à la vie libre, provoque la reconstitution des unités cellulaires distinctes (spores).

Nul doute que les conditions locales n'interviennent ici pour provoquer l'état plasmodial ou pour déterminer sa disparition.

Cette observation précise jette quelque lumière sur les processus de formation des éléments plurinucléées, qui réagissent de la sorte après inclusion de corps étrangers : bacilles tuberculeux donnant lieu à la formation de cellules géantes, fragments osseux ou tissus en voie de destruction provoquant les apparences des myéloplaxes (épulis, tumeurs des gaines fibreuses, ostéites fibreuses de Recklinghausen) extravasats sanguins en voie de résorption (plasmodes des chorioépithéliomes en bordure de lacs sanguins épanchés au sein de la tumeur); cristaux de cholestérine (volumineuses cellules des xanthélasmas et des xanthomes); enfin, plus simplement débris d'étoffes ou de fils à suture.

Si l'aspect plasmodial est lié chez l'adulte au voisinage de substances insolites, on peut légitimement se demander si cette même apparence réalisée en des tissus normaux ne témoigne pas d'une réaction similaire provoquée par des dispositifs intracytoplasmiques, auxquels on n'appliquerait pas volontiers — et de prime abord — la qualification péjorative d'éléments étrangers.

Tel serait le cas des fibres musculaires striées dont le sarcoplasme est semé de nombreux noyaux et tel aussi le cas des gaines d'enveloppe des nerfs périphériques (dites gaines de Schwann) dont le cytoplasme plurinucléé s'étend à l'entour des fibres nerveuses.

La structure plasmodiale et partant singulière de ces deux cytoplasmes pourrait recevoir une explication correcte en attribuant aux éléments enveloppés (fibrilles striées et fibres nerveuses) le caractère d'éléments se comportant à l'égard des cytoplasmes comme des éléments étrangers.

A la lumière de cette hypothèse, la structure plurinucléé s'expliquerait aisément.

De même pourrait-on attribuer la même signification au plasmode qui revêt les villosités placentaires, en cette région précise où les tissus fœtaux contigus à l'utérus effondrent sa muqueuse, corrodent ses parois, et baignent dans le sang maternel. Le fœtus est à l'égard de la mère un véritable parasite. En cette zone où deux organismes s'affrontent, les tissus fœtaux conservent ou reprennent le caractère plasmodial embryonnaire.

Les histologistes connaissent enfin l'existence d'un syncitium décrit par Sertoli à l'intérieur des canalicules séminifères. Cette couche plasmodiale semée de nombreux noyaux reçoit en sa masse les éléments de la lignée spermatogénétique. C'est au sein de ce plasmode que les spertamogonies se muent, par transformations successives, en spermatozoïdes. Or, ces cellules de la lignée mâle se comportent à l'égard de l'organisme total comme de véritables parasites; leur développement et leur maturation n'intéressent que l'espèce; la vie propre de l'individu n'a que faire de leurs impatientes exigences. On comprend dès lors que ces trublions déterminent sur les tissus voisins des réactions analogues à celles que provoquerait un parasite : inhibition des cloisonnements cellulaires et récupération de l'état plasmodial originel. La structure plasmodiale représente donc un état embryonnaire et simple (ou simplifié) vers lequel font retour les cellules conjonctives, sous l'influence d'excitations déterminées par des éléments étrangers, ou par des corps se comportant comme tels, au regard de l'organisme.

2. Chatton : Les Péridiniens parasites. *Ann. zool. exp. et gén.*, 1920.

II. — Principes généraux relatifs à la production de la substance fondamentale.

On sait que le tissu conjonctif est caractérisé par la présence d'une substance intercellulaire, dite fondamentale, dont les aspects morphologiques sont très divers. Mais en dépit de cette diversité (composition et structure), sa production est soumise à des conditions communes sur lesquelles il convient de retenir l'attention.

La dite substance, beaucoup moins complexe que le protoplasme d'où elle dérive, s'en dégage par une véritable « sortie de phase ». Elle résulte d'un regroupement atomique comportant dégradation matérielle et énergétique.

Jacques Duclaux [3] prétend que les opérations chimiques qui se passent au sein de la substance vivante ne peuvent être symbolisées par les équations qui servent à représenter les réactions ordinaires. Le théâtre d'ombres a changé ses marionnettes.

Il ne s'agirait plus d'un échange de molécules et d'atomes, mais d'un bombardement électronique qui libérerait ou consommerait des énergies dont la différence positive s'exprimerait par les manifestations de la vie.

Il serait vain d'appliquer à ces combinaisons fuyantes et insaisissables les méthodes habituelles à la chimie, méthodes qui exigent impérieusement la stabilité. Les constitutions définies représentables par nos symboles s'opposent tellement au principe même des opérations de la vie que leur réalisation éventuelle provoquerait aussitôt, de la part des cytoplasmes, un effort d'expulsion ou de neutralisation. Toute substance douée d'une configuration stable manifeste, par cette stabilité même, un caractère étranger à la vie. Elle en dérive, mais ne lui appartient plus et ne participe plus à ses œuvres.

Examinons à la lumière de ces conceptions les corps dont la vie se sépare et qui naissent de ses activités propres. Ils représentent évidemment des corps chimiques, c'est-à-dire, représentables par des formules, mais qui, à l'origine, sont si proches des structures vitales que leur complication est extrême. Leur charge énergétique est très élevée. Aussi les voit-on se dégrader peu à peu par des simplifications successives qui les acheminent par paliers vers des formes simplifiées. Toutefois ces opérations ne s'accomplissent pas rapidement, parce que ces transformations sont contrariées en leurs glissements par des frottements internes réalisant un état de contrainte qui freine leur évolution. Pour briser ces contraintes et franchir ces paliers, elles reçoivent l'aide de catalyseurs (ou diastases), qui facilitent l'évolution naturelle vers les formes les plus simples. Parmi les substances ainsi libérées, nous retiendrons quelques types essentiels. Et d'abord, le fibrinogène constitué par des globulines riches en tryptophane, par des albumines, des graisses et lipoïdes, du glucose et des sels minéraux. On sait que le fibrinogène se transforme par coagulation, en fibrine. La fibrine, épanchée parfois dans les tissus, subit des modifications qui l'acheminent vers une forme plus stable, le collagène, constituant essentiel de la substance fondamentale du tissu conjonctif. Nageotte a spécialement insisté sur ce métamorphisme [4].

Les mêmes dégradations énergétiques se retrouvent en des corps azotés expulsés par le cytoplasme au sein des masses conjonctives. Beaucoup d'entre eux appartiennent au groupe des scléro-protéines (la spongine des Eponges, le collagène et l'élastine qui constituent la plus grande partie de la substance fondamentale des tissus conjonctifs). Ces scléroprotéines se distinguent précisément par leur grande résistance aux agents d'hydrolyse (acides, alcalis, ferments), résistance qui est une manifestation de stabilité. On sait, en effet, que le collagène et l'élastine demeurent en leurs formes d'une façon durable et se substituent même aux tissus nobles et fragiles que détruisent les processus inflammatoires. Ils réparent ainsi les pertes de substance en déposant à la place des parenchymes disparus des mases fibreuses cicatricielles.

Certaines autres substances un peu moins dégradées appartiennent au groupe des glycoprotéides (mucines et mucinoïdes) dans la composition desquelles figure un sucre aminé du type amino-2-hexose, dit glucosamine ou chondrosamine, suivant que le sucre combiné à l'amine est le glucose ou le galactose. La substance ainsi formée constitue, dans le premier cas, une mucine (mucus, synovie, liquides kystiques divers et tissu conjonctif) et, dans le second cas, un mucinoïde (blanc d'œuf, chondrine du cartilage, amyloïde).

Les graisses et les sucres sont produits de même sorte. Ce sont des corps que le hasard des opérations vitales a fait apparaître et que leur cohésion moléculaire préserve des destructions instantanées. On peut les considérer comme des substances de réserve en raison de l'énergie fixée dans leur structure, énergie libérable à toute sollicitation des catalyseurs appropriés. Mais en dehors de ces conditions spéciales, elles demeurent

3. L'Analyse physicochimique des fonctions vitales. Hermann, édit.

4. Nageotte : L'Organisation de la matière dans ses rapports avec la vie. Alcan, édit., 1922.

en leur forme et subsistent indéfiniment, ou, du moins, fort longtemps, en ce même état.

C'est en raison de cette stabilité que les graisses — comme les sucres en solution concentrée — constituent un des modes de conservation des substances organiques noyées dans leur masse. L'économie domestique met à profit cette propriété pour la conservation des fruits (confitures) et celle des viandes (confits d'oie si communément et si parfaitement réalisés dans nos provinces méridionales).

Ces corps qui revêtent la qualité de substances de réserve ou d'éléments de soutien s'acheminent, en vérité, vers l'état de « fins de série » chimiques, corps inertes ou peu actifs, que rien ne séduit et n'attire et qui possèdent, de ce chef, une stabilité relative.

Les mêmes réflexions peuvent s'appliquer à la biologie végétale.

On voit apparaître, en effet, chez les plantes supérieures des produits très divers parmi lesquels figure l'amidon, ce glucide polymérisé, substance de réserve bien connue, et cet autre glucide formé, d'après Staudinger, de quelques 1.200 restes « glucose » : la cellulose. Cette dernière, d'autre part, donnerait naissance, d'après Schrauth, aux constituants ligneux des parois cellulaires. La lignine serait un ultime dérivé, non glucidique, de la cellulose.

C'est donc le même processus qui, du cytoplasme vivant, aboutit aux formations de réserve et aux éléments de soutien. Ces derniers — les éléments ligneux — sont si dépouillés d'énergie interne et réalisent à un tel degré le caractère de fin de série qu'ils ont permis aux végétaux accumulés dans les formations lagunaires de conserver leur structure primitive, au travers des périodes géologiques, et de se fossiliser en constituant les amas gigantesques de houille, prodigieux réservoirs d'énergie utilisée par l'industrie humaine.

Cette évolution des tissus normaux subit, dans les cas pathologiques, des inflexions diverses. On comprend aisément que des éléments, viciés dans leur structure ou leur composition, déterminent des productions quelque peu différentes de celles qu'ils réalisent à l'état normal.

Magrou a montré que les larves d'Oursin soumises à des irradiations mitogénétiques présentent des formes tout à fait anormales. Celles-ci sont évidemment déterminées par les modifications de leur squelette; les bras calcaires, qui sous-tendent le voile léger enveloppant les larves, sont raccourcis ou déformés; les plis de la draperie cytoplasmique qu'ils supportent sont modifiés. D'où les apparences pathologiques.

Or, ces bras résultent évidemment d'une cristallisation de carbonate de chaux dans le milieu intérieur, intercellulaire, de la larve.

Il est probable que cette observation présente un caractère général. Les déviations fonctionnelles des cellules d'un organisme quelconque provoquent des modifications de l'exsudat qu'elles sécrètent.

Ces altérations, recherchées et dépistées par les techniques sérologiques, expriment la participation des substances fondamentales à certaines affections profondes (syphilis ou tuberculose) dont elles sont le reflet humoral.

On conçoit que ces humeurs, liées par origine aux formations squelettiques, puissent réaliser des troubles de structure, dont les malformations osseuses ou cartilagineuses montrent des exemples fréquents.

III. — Quelques aspects morphologiques de la substance fondamentale.

A l'origine les collagènes nouveaux sont très fluides et, partant, très fragiles. Ils subissent, par la suite, des condensations locales qui provoquent la formation de grains ou de fibrilles. Ces dernières constituent tout d'abord un réseau extrêmement délicat qui emprisonne dans ses mailles la partie demeurée fluide du collagène primitif. Plus tard ces fibrilles s'unissent, par accollement mutuel, en fibres plus résistantes, que leur épaississement continu transforme en attaches cohérentes, éléments d'un squelette souple, utilisé pour la formation des tendons et des ligaments, des capsules et des plans aponévrotiques.

Parfois le collagène subit une déviation chimique particulière qui en fait une mucine ou un mucinoïde. Il est probable d'ailleurs que cette nouvelle substance se constitue en même temps que le collagène, à la nature duquel elle imprime un caractère particulier. De multiples variétés peuvent résulter de cette combinaison ou de ce mélange, suivant la qualité chimique — variable elle-même — des mucines et du collagène et suivant les quantités relatives de l'une et de l'autre substance composant cet ensemble.

On sait que les tissus conjonctifs jeunes se présentent souvent à l'état muqueux; on retrouve cette même composition dans les substances fondamentales des bourgeons charnus; ainsi que dans certaines structures pathologiques (évolution gélatineuse de la moelle osseuse, lésions conjonctives du myxœdème et de quelques tumeurs dites, pour ce motif, myxomes).

Les structures étudiées chez le fœtus ne livrent aucune indication particulière digne d'être retenue à ce sujet. On assiste seulement à la transfor-

mation du plasmode originel en cellules distinctes, processus que l'on relatera avec quelques détails à propos de l'adipogénèse.

La formation du tissu cartilagineux chez le fœtus s'accomplit suivant un processus simple.

Les cellules conjonctives se rassemblent et deviennent jointives, ou peu s'en faut; elles constituent une sorte de parenchyme dont la structure rappelle celle des épithéliums, d'où le nom de cartilage épithélioïde. On peut remarquer cependant que les dites cellules ne s'accollent pas étroitement; entre elles s'interpose une sorte de capsule enveloppante qui établit un lien et une séparation. Cette capsule ou, si l'on veut, cette lame péricellulaire représente évidemment l'ébauche de la future substance fondamentale qui donnera son caractère au cartilage.

Cette lame ne tarde pas d'ailleurs à s'épaissir; mais l'épaississement n'est pas régulier; il s'accuse davantage suivant certaines lignes qui courent au long du tissu et dessinent ainsi, quand on l'observe dans son ensemble, des bandes plus ou moins sinueuses représentant les régions où cette production exocellulaire s'est accomplie avec une plus grande intensité. Il est probable que ces régions correspondent à l'action de lignes de force déterminant un excès local de sécrétion et un travail majeur de condensation.

Plus tard la substance interposée devient plus abondante; peu à peu les cellules subissent de ce chef un écartement qui les éloigne les unes des autres; elles prennent dès lors le caractère propre au tissu cartilagineux adulte. Au cours de cette métaplasie, beaucoup de cellules meurent et disparaissent, non sans laisser, au plein de la substance fondamentale, des traces de leur existence antérieure, sous forme de menus placards irréguliers représentant les restes des cytoplasmes abandonnés. Ces restes disparaissent à leur tour, mués en collagène, qu'ils contribuent ainsi à former.

La substance fondamentale ne présente pas en tous points les mêmes caractères de compacité ou de viscosité. En de nombreuses plages cette substance demeure relativement fluide et plastique, permettant aux cellules de conserver leur forme originelle (fig. 1).

On sait, en effet, que les dites cellules présentent dans les cartilages adultes un aspect sphérique ou ellipsoïdal à contour arrondi assez régulier. Dans ces jeunes cartilages, on trouve un grand nombre de plages où les cellules ont conservé leur forme primitive, allongée, fusiforme, munie de prolongements multifides donnant à l'ensemble un aspect étoilé. Cette disposition se retrouve dans les cartilages des Céphalopodes et aussi dans les néoformations cartilagineuses des tumeurs mixtes des glandes salivaires. L'explication de ces formes me paraît simple [5]. J'ai antérieurement appelé l'attention sur l'étroite parenté qui existe entre les mucus et la chondrine; leur constitution est identique, à ceci près que le sucre aminé des mucus est une glucosamine et celui de la chondrine une chondrosamine à base de galactose. Il est probable, ou du moins possible, que les cellules tumorales des glandes salivaires, fonctionnant à rebours, rejettent dans les tissus ambiants, par inversion de polarité fonctionnelle, les mucus qu'elles déversent habituellement dans les voies glandulaires excrétrices. Cette substance plus fluide ou moins visqueuse permet aux cellules de conserver leurs formes étirées et étoilées que la chondrification habituelle leur fait perdre.

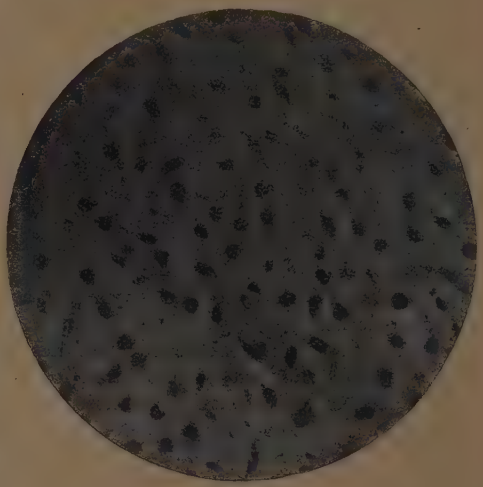

Fig. 1. — Tissu cartilagineux fœtal. On remarque les formes irrégulières des corps cellulaires étirés dans une substance fondamentale ductile.

On conçoit que des processus pathologiques généraux puissent induire les cellules conjonctives à sécréter, aux lieu et place de la chondrine, une substance qui diffère de celle-ci dans la mesure où les processus pathologiques diffèrent des processus normaux. C'est ainsi que sont produits, aux cas de dégénérescence, l'amyloïde qui est un démarquage de la chondrification, et aussi ces substances désignées sous le nom de chondroïdes que l'on trouve réparties en divers tissus et qui constituent sans doute la matière d'imprégnation

5. TÉCHOUEYRES : La Genèse du tissu cartilagineux dans les tumeurs mixtes des glandes salivaires. *Ann. d'Anat. Path.*, 1934.

des masses dites lardacées provoquées par les suppurations chroniques.

C'est aussi une sécrétion pathologique qui détermine les caractères des cartilages imparfaits au cours des développements rachitiques; leur nature même explique les déformations noueuses des extrémités squelettiques et des difficultés que celles-ci éprouvent à subir, au temps voulu et dans les formes habituelles, la métaplasie osseuse.

IV. — L'adipogénèse.

L'étude du tissu conjonctif sous-cutané chez l'embryon permet d'observer aisément les modifications qu'apporte à sa structure la fonction adipogénique. On sait que l'épiderme est doublé d'un pannicule graisseux qui se présente en pelotons particulièrement distincts au niveau des régions plantaires et palmaires.

Cette fonction sécrétrice est précédée, et peut être conditionnée, par le développement d'un réseau vasculaire important qu'on retrouve sous la forme de gros capillaires curvilignes, enroulés sur eux-mêmes à l'emplacement des futurs pelotons adipeux.

C'est à leur voisinage que s'accomplit cette sécrétion. Elle se manifeste morphologiquement par l'apparition au sein du cytoplasme de quelques gouttelettes minuscules, d'abord éparses, puis bientôt rassemblées en gouttes plus volumineuses dont la confluence détermine l'accroissement. Il s'agit, évidemment, d'un processus de sécrétion, ou, si l'on veut, de synérèse, très probablement analogue à celui par lequel est produite par le même cytoplasme la substance précollagène du futur tissu conjonctif. Ce processus se poursuit d'une façon continue transformant le syncitium primitif en une substance composite où les gouttes de graisse sont en quelque sorte, suspendues dans un réseau cytoplasmique. L'augmentation de volume de ces gouttes produit d'ailleurs des modifications morphologiques très évidentes; d'abord le cytoplasme refoulé par la croissance excentrique de ladite goutte subit une sorte de coagulation locale qui le transforme en une apparente membrane d'enveloppe; on ne saurait affirmer que cet aspect membraniforme soit occasionné par la seule pression mécanique; il se pourrait qu'une action chimique intervint pour réaliser cette modification. Nageotte et Guyon [6] ont montré d'ailleurs que le globule graisseux n'est pas enveloppé d'une membrane continue, mais bien d'un réseau très dense de fibres réticulées qui passent d'une cellule à l'autre. Quoi qu'il en soit du mécanisme formateur, cette modification se produit indubitablement; — d'autre part, l'ensemble du syncitium tiraillé par le développement en sa masse de ces gouttes de graisse prend un aspect réticulaire; la graisse devient l'élément dominant; le cytoplasme et les noyaux, refoulés comme des parents pauvres, se tassent dans les espaces laissés libres. Il en résulte que les noyaux comprimés se moulent, en quelque sorte, à la surface des gouttes de graisse; dans cette position singulière ils n'apparaissent plus comme des noyaux dispersés dans un syncitium, mais comme des éléments autour desquels s'ordonne le cytoplasme. Ils font donc figure de centre nucléaire d'un ensemble cellulaire; et comme le globule de graisse est appendu à cette formation, il semble que ce dernier soit produit par une cellule à configuration définie que l'on serait tenté d'appeler cellule graisseuse.

D'autre part, le processus d'adipogénèse se poursuivant et tiraillant de la sorte le syncitium primitif, ce dernier se trouve bientôt décomposé en amas cytoplasmiques nucléés et, dans les intervalles, en longs bras étirés que leur amincissement progressif transforme en fils ténus. Ces derniers subissent par la suite une transformation nouvelle; ils perdent leurs qualités cytoplasmiques et évoluent vers le type collagène ou, du moins, ils deviennent les éléments squelettiques de ce qui constituera plus tard, après développement, le réseau de réticuline.

Fig. 2. — Tissu adipeux fœtal dont les éléments cellulaires sont écrasés et étirés par la graisse. Au centre petit amas d'hématies primordiales.

6. Nageotte et Guyon : Sur la trame réticulée du tissu adipeux et sur les fibres grillagées en général. *C. R. Soc. Biol.*, 1923, p. 1288.

Les amas cytoplasmiques nucléés dégagés, par ce processus involutif, de leur intimité avec les éléments étirés du plasmode primitif, rompent naturellement leurs anastomoses avec ces derniers et deviennent des éléments cellulaires distincts, encore fixés cependant au réticulum squelettique auquel ils attiennent par leur origine commune (fig. 2). Mais cette fixation n'est pas définitive; les attaches peuvent être brisées et désormais ces cellules font figure d'éléments réticulo-endothéliaux dont ils ont ainsi acquis le type et la qualité..

Ces formations sont parfaitement distinctes au niveau des lobules adipeux du tissu cellulaire sous dermique; leur disposition lobulée paraît déterminée par les voies vasculaires (gros capillaires ou artérioles) qui se détachent des artères voisines et viennent former une sorte de glomérule sollicitant l'évolution du globule adipeux sous la forme d'un organe réticulé (fig. 3). Ces dispositions ont été parfaitement décrites par Wassermann [7] dans un article admirablement illustré traitant des organes adipeux de l'homme.

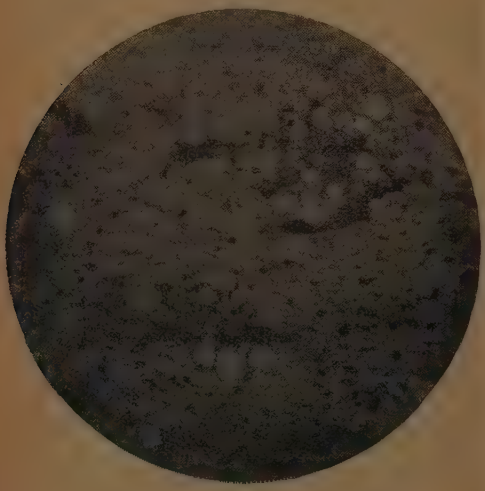

Fig. 3. — Glomérules adipeux avoisinés par des capillaires cuvcilignes (organes réticulés de Wassermann).

Cet auteur prétend d'ailleurs que les lobules adipeux proviennent de la gaine mésenchymateuse réticulée des vaisseaux embryonnaires; cette dernière étirée en alvéoles constituerait la trame du dit lobule, tandis que les cellules réticulo-endothéliales, plaquées sur ce squelette léger, resteraient en continuité avec les cellules endothéliales des vaisseaux capillaires.

Il fait, d'autre part, remarquer qu'au cours des processus atrophiques, ces organes se flétrissent par disparition de la graisse, tandis que les cellules réticulo-endothéliales libérées des amas graisseux qui les écrasent récupèrent une apparence cellulaire normale; elles se disposent, dès lors, en files régulières plus ou moins parallèles les unes aux autres, dessinant de véritables cordons séparés par des voies capillaires, et prenant l'aspect caractéristique des formations glandulaires endocrines.

Nous rappellerons plus tard cette disposition singulière riche d'interprétations diverses.

Cette formation des organes adipeux a été quelque peu négligée par les histologistes. *De minimis non curat praetor*. Et cependant on peut produire à leur sujet de nombreuses réflexions intéressantes.

Il est aisé de remarquer tout d'abord que les pelotons adipeux se constituent très souvent au voisinage des formations fibreuses ou conjonctives denses. Que l'on veuille bien se rappeler, en effet, que les lobules adipeux de la paume de la main et de la plante des pieds constituent un plan élastique et souple interposé entre la face profonde du tégument et les aponévroses résistantes palmaires ou plantaires. D'autre part, le pannicule adipeux sous-cutané qui enrobe les plans sous-jacents d'un revêtement à peu près continu et qui, par l'atténuation des reliefs, confère à la peau souple et soyeuse l'aspect élégant et les formes gracieuses qui la caractérisent, ce pannicule prend naissance, lui aussi, au voisinage du derme, tissu aponévrotique dense et résistant. On sait que les saillies adipeuses se présentent volontiers, normales ou pathologiques, dans la région cervicale (lipomes cervicaux) ou dans la région lombaire ou fessière (stéatopygie) où abondent les aponévroses. On n'ignore pas que les articulations présentent en manière de doublure synoviale des bourrelets adipeux ou des franges bourrées de graisse, et l'un de leurs représentants est si caractéristique à cet égard qu'il a reçu le nom significatif de ligament adipeux du genou; or, les articulations sont aussi des régions où abondent les formations conjonctives denses réalisant les ligaments ou la capsule. Faut-il encore évoquer les masses adipeuses si importantes que l'on trouve au plein des glandes mammaires auxquelles elles donnent leur relief délicat, formations adipeuses qui côtoient les mille

7. F. Wassermann : Die Fettorgane des Menschen. Zeitsch. f. Zellforschung u. mikr. Anatomie. 1926.
Die histologischen Grundlagen der Fettspeicherung. — Zeitsch. f. Kreislaufforsch, 1931
Uber Speicherung, Entspeicherung, und Wiederspeicherung der Fettorgane. — Verhandlung. der Anatom. Gesellschaft, 929.
Uber die Innervation der Fettorgane. — Zeitsch. f. microskopisch. anatom. Forschung, 1934.

tractus conjonctifs durs et résistants qui cloisonnent les tissus de ces glandes ?

Doit-on rappeler enfin l'évolution adipeuse de la moelle osseuse emprisonnée dans la substance spongieuse des épiphyses ou dans l'étui compact de la diaphyse ?

Dans le domaine des altérations pathologiques, on peut noter la simultanéité des processus au cours desquels se développent les tissus scléreux et les dépôts de graisse ; cirrhoses graisseuses, d'une part ; scléroli pormatose, d'autre part, fréquemment associées aux lésions tuberculeuses du rein et du cœcum, et enfin les lipomes arborescents des synoviales articulaires liés à une inflammation chronique de nature tuberculeuse. On y pourrait joindre enfin les altérations propres à l'athérome où l'on voit les macrophages, bourrés de graisses neutres et d'éthers de la cholestérine, affluer, dans la tunique interne des gros vaisseaux, tandis que le reste de la paroi subit une manifeste calcification.

On pourrait utilement rapprocher de ces faits ceux que signale Oberling dans un travail récent sur les Xanthogranulomes [8]. Ces tumeurs caractérisées par la présence de cellules au protoplasme spumeux renfermant du cholestérol, ou des éthers cholestériques ou des graisses neutres présentent souvent, comme autres éléments constitutifs, des substances conjonctives du type inflammatoire (granulomes) et fibreux ; d'où leur nom de xanthogranulomes.

Il est bien évident que la formation des graisses n'est pas toujours liée à la production de scléroses avoisinantes, car on trouve des formations similaires dans les ganglions et tissus lymphoïdes qui évoluent normalement vers une infiltration de ce type, tout aussi bien qu'au niveau de l'épiploon dont la parenté avec les tissus lymphoïdes ne saurait être contestée ; on sait avec quelle facilité, la graisse envahit ce dernier organe.

On ne saurait donner d'explication précise au sujet de l'évolution souvent parallèle de ces deux processus qui tendent à réaliser, d'une part, des formations fibreuses ou scléreuses aux dépens du collagène et, d'autre part, de la graisse aux dépens des cytoplasmes. Il est bien évident qu'il ne peut s'agir d'évolutions identiques puisque les termes de départ et d'aboutissement sont, dans l'un et l'autre cas, différents. Mais il se pourrait que l'une et l'autre évolution fussent dirigées par une même impulsion qui provoquerait, sur des substances chimiquement distinctes, des transformations simultanées et parallèles, comportant dans les deux cas des dégradations énergétiques similaires. Ces deux modifications chimiques pourraient être interprétées comme des réactions de même type réalisées sur des substances différentes et constituant des réactions de groupe. Telle est, du moins, l'hypothèse proposée à la sagacité des chercheurs.

Il convient de remarquer, en outre, que les épithéliums cutanés subissent une évolution de même caractère ; car les cytoplasmes et les noyaux des cellues malpighiennes présentent une série de transformations graduelles qui aboutissent les unes à la kératine, les autres aux graisses épidermiques. Or, la kératine paraît constituée par trois acides aminés fondamentaux : la cystine, la tyrosine et le tryptophane résultant de l'autolyse des protoplasmes [9]. Leur recombinaison en un autre système formerait la kératine.

La similitude des deux processus conjoints (adipogénèse d'une part, et formation d'une substance de soutien ou de protection d'autre part) s'accuse encore davantage si l'on remarque que la transformation cornée s'accompagne de fibrillogénèse. On sait, en effet, que les cellules épidermiques différencient en leur sein des dispositifs fibrillaires qui transfixent les cellules et les unissent en une unité cohérente ; cet appareillage fait transparaître au travers des partitions cellulaires la continuité du tissu qu'elles composent.

On retrouverait, dans le système nerveux central, un double processus analogue manifesté par la production des graisses spéciales aux éléments nerveux et par la formation des fibrilles névrogliques, éléments de soutien et rudiment de squelette particularisé.

V. — L'hémopoièse.

Lorsqu'on examine avec soin le tissu conjonctif fœtal et spécialement les organes adipeux, en quelque point de l'organisme que porte l'observation, on note fréquemment la présence de cellules singulières, isolées ou plus souvent groupées, se présentant sous forme d'éléments bien individualisés, rappelant par leur aspect la forme des hématies primordiales.

Alors que dans ces mêmes tissus la forme plasmodiale domine et que les noyaux clairs des éléments conjonctifs sont disséminés dans un cytoplasme dépourvu de cloisons séparatives, ces mêmes éléments se distinguent au premier coup d'œil par le dessin très net d'une membrane poly-

8. Charles Oberling : Retroperitoneal Xanthogranuloma. *Amer. J. of Cancer.* Mars 1935.

9. Le collagène issu de la décalcification des os ne comporterait aucun de ces trois acides aminés.

gonale qui leur confère évidemment une individualité cellulaire (fig. 4 et 5).

A l'intérieur de cette membrane, le cytoplasme demeure clair et dépourvu d'inclusions quelconques; mais le noyau se singularise par une condensation manifeste de la chromatine qui remplit uniformément tout l'intérieur du cadre nucléaire. Au reste, on peut trouver des éléments dont la nucléine n'a pas subi cette condensation majeure et dont le noyau présente, par suite, une distribution irrégulière de taches chromatiniennes. Il est probable qu'il s'établit une transformation continue des éléments conjonctifs qui subissent cette métaplasie et s'acheminent lentement vers les formes successives qui muent l'élément conjonctif nucléé aux limites indistinctes, en une cellule définie dont la chromatine, contractée en masse compacte, diffuse ultérieurement dans le cytoplasme en créant par le jeu de synthèses complexes, l'hémoglobine.

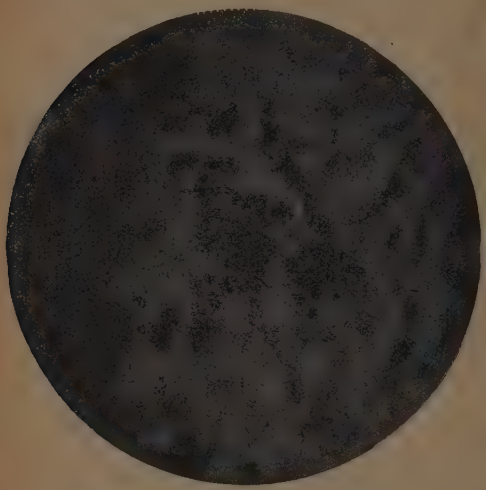

Fig. 4. — Hématies primordiales enveloppées de leur membrane polygonale (région plantaire).

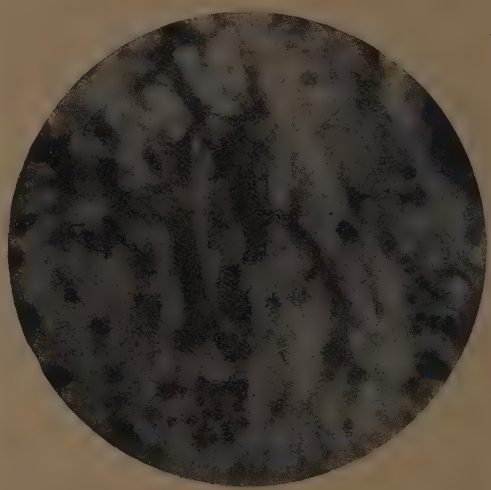

Fig. 5 — Détail d'un organe réticulé avec capillaires et hématies primordiales (région plantaire).

Le caractère hématopoiétique de ces transformations est certain. Au reste, on retrouve à côté des hématies primordiales, des cellules au protoplasme granuleux dont le caractère morphologique rappelle manifestement l'aspect des myéloblastes ou des hémocytoblastes, cellules mères des éléments sanguins habituellement situées dans les tissus réticulés de la moelle osseuse (fig. 6).

Ces éléments sont disposés le plus souvent à l'entour des lobules adipeux ou dans les travées élargies du tissu réticulé qui emmaille les globules graisseux. Il semble donc que ces formations hémopoiétiques répondent à une modification des cellules conjonctives initiales, dont on sait qu'elles pourvoient aux différenciations multiples et diverses qui donnent naissance aux sortes cellulaires les plus variées.

On avait coutume de rapporter l'une et l'autre de ces formations à des zones définies du territoire embryonnaire; îlots de Wolff d'abord, et plus tard ébauche hépatique. Il est probable que si l'on avait regardé avec soin, et sans idée préconçue, on eût découvert que toutes les régions du

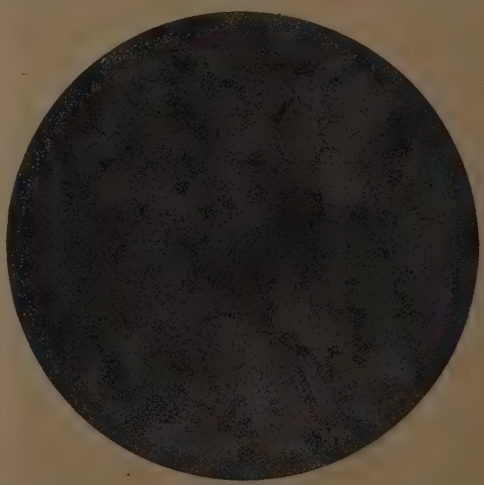

Fig. 6. — Dans un organe réticulé adipeux (région mammaire) on voit des cellules groupées dont la structure rappelle l'aspect des myéloblastes.

tissu conjonctif de l'embryon sont hémopoiétiques. Mais il est parfois difficile de voir les choses comme elles sont; pour y parvenir, il faut garder quelque naïveté et certaine innocence qui permettent d'observer les faits sensibles sans se laisser égarer par une doctrine, toujours teintée de partialité.

Il n'est d'ailleurs pas étonnant que ce même tissu conjonctif soit doué de ces qualités hémopoiétiques générales, puisqu'on sait, d'autre part, qu'il récupère ce pouvoir au cours des leucémies souvent caractérisées par les localisations cutanées dites myélo et lymphodermies, foyers transitoires de production leucopoiétique siégeant au plein des couches pseudo-aponévrotiques du derme.

Cette production hémopoiétique est une qualité presque banale des cellules conjonctives, qualité habituellement perdue au cours du temps, et confiée ultérieurement aux seuls organes à structure lymphoïde, mais qualité récupérable à tout instant sous l'influence de certaines sollicitations de caractère morbide.

Ce qui est particulièrement intéressant dans le cas particulier, c'est qu ecette fabrication s'opère au voisinage des organes adipeux, Wassermann a montré, dans le travail déjà cité, que l'hémopoièse et l'emmagasinement de la graisse sont habituellement des processus concurrents qui s'accomplissent simultanément, et aux mêmes lieux, durant la période d'indifférence mésenchymateuse. Plus tard, ils se dissocient et devinnent alternants.

Il convient de remarquer que les organes hémopoiétiques de l'adulte sont aussi des organes qui se laissent volontiers envahir par une infiltration graisseuse (ganglions, moelle osseuse).

Ch. Oberling a publié un travail extrêmement intéressant sur les formations myélo-lipomateuse [10]. Il montre que ces tumeurs, inaperçues chez le vivant, se développe volontiers dans la surrénale ou parfois dans le derme. Elles présentent la structure d'une moelle rouge active; avec tous ses éléments caractéristiques (myéloblastes, myélocytes, érythroblastes, érythrocytes et vésicules graisseuses).

La cellule réticulaire qu'on y retrouve représente un élément matriciel commun au tissu adipeux et aux tissus hémopoiétiques. Et cette évidente parenté s'étend non seulement aux tissus myéloïdes, mais encore aux tissus lymphoïdes; tel est, en effet, la substratum anatomique de l'adéno lipomatose de Launois et Bensaude.

D'autre part cette même cellule réticulaire constitue un élément essentiel de la trame cortico surrénale, envahie d'îlots hémopoiétiques, durant la vie fœtale et susceptible d'évoluer plus tard, comme nous venons de le montrer, vers la structure myéloïde.

En somme, on reconnaît dans tous les cas énumérés ci-dessus le rôle majeur de la cellule réticulaire, ou mieux, du tissu réticulaire qui est susceptible de donner naissance tout aussi bien aux formations graisseuses qu'aux cellules de la lignée hémopoiétique. Il est intéressant de noter l'existence de cette double fonction impartie à un seul et même tissu.

Il convient de rappeler ici que l'on a attribué depuis longtemps à l'activité du foie un rôle hématopoiétique.

Aron [11] a montré la présence, dans le foie embryonnaire de mammifères, d'hématies primordiales. Il ne subsiste aucun doute à cet égard et les planches de son mémoire reproduisent très exactement les formes cellulaires trouvées, d'autre part, dans le tissu conjonctif et spécialement dans le tissu adipeux des embryons humains.

Mais il est peut-être utile de faire remarquer que l'ébauche hépatique est constituée de deux bourgeons; l'un biliaire, né de l'intestin et l'autre, mésenchymateux, enveloppant ce dernier et réalisant par la suite le parenchyme hépatique. Géraudel a attiré l'attention sur cette origine complexe dont la dualité se poursuit dans les domaines de l'histologie, de la physiologie et de la pathologie [12]. Si cette conception est exacte, elle éclairerait d'un jour singulier et pénétrant les qualités hématopoiétiques du foie, qui accomplirait, ce faisant, une fonction mésenchymateuse banale; on comprendrait de même la facilité avec laquelle le même parenchyme fixe les lipides après engraissements artificiels ou intoxications diverses. On concevrait, d'autre part, plus aisément la participation conjuguée du foie et de la rate à certains processus hyperplasiques simultanés; ces deux organes réaliseraient en même temps par hépatomégalie et splénomégalie l'hyperplasie de leur tissu constitutif mésenchymateux à base réticulaire [13].

Il est intéressant de souligner le rôle considérable joué par le tissu réticulaire qui accomplit non seulement les fonctions adipopexiques et phago-

10. *Bull. Assoc. pour l'étude du Cancer*. Mars 1929.

11. *Annales des Arch. d'Anat. Hist. et embryol.* 1925, Strasbourg.

12. Géraudel : Parenchyme hépatique et Bourgeon biliaire. Masson, 1909.

13. Nous ne voulons pas oublier que R. Collin a signalé la présence de foyers hématopoiétiques dans l'hypophyse de l'adulte. Il en a écrit tous les stades dans le beau travail qu'il a consacré à cette glande. Il ressort de cette étude qu'une partie des éléments rouges du sang peut naître de la transformation des cellules glandulaires de l'hypophyse. (*L'Hypophyse*, cap. VIII, page 293. Georges Thomas, édit. Nancy, 1933)

cytaires, mais exerce encore une fonction active d'hémopoïèse.

On voit l'importance du tissu mésenchymateux primitif dont l'extrême souplesse assure la production des formations squelettiques (rigides et molles), des humeurs fluides (lymphe et plasmas) et des éléments de la lignée hémo-lymphatique. Ces fonctions sont conjointes et leur association est assez étroite pour que la viciation de l'une d'elles retentisse vraisemblablement sur l'état des autres. La communauté d'origine entraîne quelque synergie fonctionnelle.

Ces réflexions pourraient provoquer des confrontations utiles. Malheureusement on a pris l'habitude d'étudier séparément les maladies du sang et les maladies du tissu conjonctif et du squelette. Et cette séparation est telle que ce ne sont pas les mêmes observateurs, qui procèdent à ces notations ni les mêmes traités qui les relatent. On a coutume, en effet, d'insérer l'hématologie dans les traités de pathologie interne, et les maladies du squelette, dans les traités de pathologie externe. Comme s'il existait deux pathologies, l'une réservée aux médecins et l'autre aux chirurgiens, chacun ne connaissant que ce qui est dans sa vitrine et ignorant systématiquement — ou peu s'en faut — ce qui est classé dans la vitrine du voisin! C'est à la fois comique et pitoyable! Et il n'y aurait pas trop de la verve de Molière pour chasser les fuliginosités qui obscurcissent encore la saine et claire raison.

Quoi qu'il en soit de ces digressions, on doit constater le rôle éminent du tissu réticulaire, qui intervient, d'autre part, dans la constitution des formations lymphoïdes, auxquelles il prête l'asile de son réseau et de ses alvéoles, permettant aux cellules mésenchymateuses mobiles d'y coloniser et de s'y multiplier.

Mais ceci est encore une autre affaire. Et l'on ne peut tout dire en une fois.

E. Téchoueyres,
Directeur de l'Ecole de Médecine et de Pharmacie de Reims.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

Sciences physiques.

Froumkine (A). — **Couche double, électrocapillarité, surtension.** — 1 *vol. in*-8° *des* Actualités Scientifiques et Industrielles *de* 36 *pages. Hermann, Paris,* 1936. (*Prix :* 10 *fr.*).

L'auteur étudie les propriétés des couches doubles que l'on peut considérer comme formées par des ions positifs ou négatifs se trouvant dans une solution électrolytique et par des charges de signe contraire portées par la surface d'un métal plongeant dans la solution.

Après avoir rappelé la théorie de ces couches doubles proposée par Stern qui est une combinaison de la théorie de la couche double diffuse de Gouy et de la théorie de l'adsorption de Langmuir, l'auteur montre l'intérêt que la considération de ces couches doubles présente pour l'interprétation de divers phénomènes électrochimiques et en particulier des surtensions aux électrodes et des réactions chimiques au contact de celles-ci. Il y a là un point de vue nouveau dont la considération paraît devoir être féconde pour les progrès de l'électrochimie et qu'on peut recommander à l'attention de tous ceux qui s'intéressent à cette science.

A. B.

***

Thomson (Sir J.-J.) — **Recollections and Reflections** (Souvenirs et Réflexions). — 1 *vol. de* 451 *pages. Bell and Sons, Londres,* 1936. (*Prix, relié :* 18 *sh.*)

Ce bel ouvrage, œuvre entièrement originale de l'illustre physicien anglais, est à la fois une autobiographie et une histoire de la physique moderne. Pour tous ceux qui ont vécu l'époque inoubliable des premières découvertes faites par J. J. Thomson et ses collaborateurs du Cavendish Laboratory, ce volume semblera à la fois une évocation et une résurrection. On ne peut manquer d'être saisi d'admiration et de respect devant l'œuvre extraordinaire accomplie en peu d'années par l'Ecole de Cambridge, œuvre dont la fécondité est loin d'être épuisée et qui forme encore le fond de nos connaissances les plus essentielles. On n'est pas moins impressionné par la modestie de ton, la clarté sans emphase, la netteté souvent pittoresque avec lesquelles J. J. Thomson expose la genèse de ses principaux travaux. C'est presque toujours à ses collaborateurs, à ses maîtres, à l'ambiance enthousiaste de l'Université de Cambridge, qu'il rapporte le mérite des nombreux travaux dont nous savons qu'il fut l'initiateur et l'animateur. L'ouvrage comporte une amusante description des années d'enfance à Owens College, un historique du Cambridge d'autrefois et d'à présent, une échappée inattendue vers les recherches psychiques. Trois chapitres très intéressants sont consacrés à des souvenirs de voyage en Amérique (1896, 1903, 1927), au Canada et à Berlin. La vie de Cambridge pendant la guerre et les recherches de guerre sont remémorées de la façon la plus attachante. Un souvenir spécial est consacré aux hommes de Trinity College, présidé par J. J. Thomson, et auquel il a voué un culte bien naturel. Un seul chapitre terminal résume modestement l'œuvre immense du

maître sous les trois rubriques : Décharge de l'électricité à travers les gaz; Découverte de l'électron; Rayons positifs. Dans un rapide exposé historique, J. J. Thomson donne une idée lumineuse de ce qu'il appelle « la Physique de mon temps », c'est-à-dire de la Physique qu'il a créée en grande partie. L'agrément du livre est rehaussé par de beaux portraits de l'auteur et d'intéressantes photographies de Cambridge, du Laboratoire Cavendish et de ses travailleurs.

Léon Bloch.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 octobre 1937 (suite).

2° Sciences physiques. — M. **M. Atanasiu** : *Etude de la convection naturelle dans les liquides. Convection dans l'huile de ricin.* Les expériences de l'auteur mettent en évidence pour l'huile de ricin l'existence du premier régime de convection trouvé pour l'air par M. Bory. Dans le deuxième régime de la convection naturelle, l'auteur a mesuré des coefficients de convection d'une fidélité remarquable, ce qui montre que les phénomènes de convection dans les liquides sont aussi rigoureusement reproductibles que dans l'air. — M. **A. Nicolau** : *Les propriétés thermomagnétiques et le par amagnétisme constant de l'ion* VO^{2++} *dans quelques sels d'uranyle en solutions aqueuses.* Ni le sulfate ni le nitrate d'uranyle ne suivent la loi de Curie ou celle de Weiss; on trouve donc un paramagnétisme indépendant de la température. — M. **J. Debiesse** : *Spectres d'absorption de bouillons microbiens.* La vie microbienne se traduit par une modification nette et caractéristique du spectre d'absorption des bouillons synthétiques. — MM. **Al. Dufour** et **F. Prunier** : *Sur l'effet Sagnac.* C'est en raison d'une cinématique identique à la cinématique classique, et non en raison d'une cinématique spéciale et d'un temps local, que la relativité explique l'effet Sagnac. — M. **M. Brutzcus** : *Sur la thermochimie des hydrocarbures oxygénés.* L'oxydation partielle d'un hydrocarbure est accompagnée par une ionisation, et cette énergie est restituée lors de la combustion totale. — MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer** : *Détermination de l'hydratation globale des ions du nitrate de strontium.* — M. **R. Delaplace** : *Pression de quelques gaz permanents aux basses températures et en présence de gel de silice.* — M. **Cl. Duval** : *Sur les hydroxydes de cobalt.* En versant une solution aqueuse de KOH dans la solution d'un sel cobalteux, on observe la formation de six précipités dont la production à l'état de pureté dépend étroitement des conditions expérimentales : α, vert émeraude; β, brun; γ, outremer; δ, violet; ε, rose foncé; ζ, rose clair. — M. **G. Wetroff** : *Sur l'oxyde de phosphonitrile* $(OPN)_n$. Ce corps s'obtient par action de $POCl^3$ sur l'ammoniac liquide. Il est blanc, amorphe, insoluble, infusible, attaqué par l'eau à 175° en formant du phosphate acide d'ammonium. — M. **L. Chassevent** : *Sur l'hydraulicité des laitiers.* L'auteur a mis en évidence les différences d'hydraulicité des laitiers par diverses méthodes : attaque par des solutions acides, de l'eau, des solutions basiques, résistance à la compression des laitiers gâchés avec de la soude à 200 gr. par litre, dégagement de chaleur de la réaction. — MM. **A, Maillard** et **R. Friedrich** : *Sur les produits formés par combustion incomplète des hydrocarbures liquides légers.* Les auteurs ont trouvé parmi ces produits : tsacide acétique, ac. formique, aldéhyde formique, phénol, acroléine. Ce sont sans doute à ces corps que sont dues les propriétés lacrymogènes des gaz d'échappement des véhicules utilisant des carburants fortement alcoolisés. — Mlle **M. L. Quinet** : *Classification en deux groupes des complexes du chlorure de magnésium avec les combinaisons organiques oxygénées suivant la nature des liaisons de l'oxygène.* Il semble que le groupement — OH donne les complexes à 6 molécules (eau et alcools), le groupement = O les complexes à 3 mol. aldéhyde et cétone), et le groupement — O — aucun complexe (éther-oxyde). — M. **P. Chovin** : *Recherches sur les colorants de Pechmann. Sur la prétendue isomérie des colorants de Pechmann et de Kugel.* Cette isomérie n'existe pas. — M. **J. Décombe** : *Synthèse au moyen des cétones β-chloréthylées ou β-vinylées. Préparation de quelques homologues de la cyclohexène-1-one-3.* — M. **G. Darzens** : *Préparation de quelques glycérides phényl-aliphatiques et leur réduction en alcools correspondants. Application à la préparation de l'alcool phényléthylique.*

3° Sciences naturelles. — M. **Jean Beauverie** : *La structure granulaire des chloroplastes ; les grana.* — MM. **Werner Muller** et **William Schopfer** : *L'action de l'aneurine et de ses constituants sur* Mucor Ramannianus. Le facteur de croissance MP, englobant la totalité des substances très thermostables, adsorbables par le noir animal, plus ou moins fortement solubles dans le chloroforme, n'agissant plus sur l'animal en carence de vitamine B. est réellement représenté par les constituants de l'aneurine : la pyrimidine et le thiazol. Suivant les organismes et leurs possibilités de synthèse, c'est tantôt l'un, tantôt l'autre, ou les deux à la fois qui fonctionnent comme substance auxogène. — M. P. **Bonet-Maury** : *Les propriétés optiques des suspensions bactériennes.* L'auteur a déterminé la relation entre la densité optique et la concentration bactérienne pour des suspensions dans l'eau distillée ou dans le sérum physiologique du bacille typhique, du gonocoque, du staphylocoque et du bacille de Koch. Dans tous les cas étudiés la densité optique varie proportionnellement à la concentration bactérienne. Les suspensions microbiennes se conduisent donc exactement comme les milieux troubles à gros éléments et, pour une longueur d'onde donnée, suivent une loi d'absorption exponentielle. C'est là un

résultat extrêmement important pour le titrage optique l'étalonnage se trouvant facile à déterminer et à vérifier pour chaque espèce microbienne. — M. **F. Artigas** : *Emission d'un rayonnement ionisant par les cendres totales des végétaux.* L'auteur a réussi à déceler l'activité des cendres totales de tabac, vigne vierge, aucuba, en feuilles. Le rayonnement est entièrement localisé dans l'extrait sec de la partie soluble des cendres, qui contient tout le potassium. La fraction insoluble (radium) n'a manifesté aucune activité. — MM. **Alexandre Besredka** et **Ludwik Gross** : *Du rôle de la peau proprement dite et du tissu sous-cutané dans l'évolution des tumeurs malignes.* Dans le sarcome de la poule, comme dans le sarcome de la souris et comme dans l'épithélioma du lapin, c'est en extériorisant la tumeur, en la localisant dans la peau que l'on réalise la condition la plus propice à la résorption provoquée et, subsidiairement, à la création de l'immunité antinéoplasique : Il y a tout lieu de supposer que c'est là un phénomène d'ordre général, auquel obéissent d'autres tumeurs malignes.

Séance du 26 Octobre 1937.

M. le Président annonce le décès de Lord **E. Rutherford**, Associé étranger.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Drach** : *Sur la réduction de l'équation générale de Riccati.* — M. **P. Dubreil** et Mme **M.-L. Dubreil-Jacotin** : *Propriétés algébriques des relations d'équivalence.* — M. **Al. Weinstein** : *Sur le spectre de l'équation des vibrations d'une plaque encastrée.* — M. **M. Schiffer** : *Un calcul de variation pour une famille de fonctions univalentes.* — M. **F. Aimond** : *Sur quelques propriétés des surfaces déduites de leurs significations mécaniques.* — M. **Alex. Favre** : *Etude du tunnel hydrodynamique Toussaint-Carafoli en vue de l'obtention de mouvements bidimensionnels. Ecoulements sans circulation.* — M. **R. Silber** : *Définition de coefficients unitaires et de polaires de l'avion complet.* — M. **J. Dufay** : *Remarques sur la diffusion de la lumière dans la Voie lactée.* La diffusion de la lumière des étoiles dans la Voie lactée peut contribuer à produire le spectre continu du ciel nocturne. L'auteur montre comment on peut calculer la brillance qui doit en résulter, sans négliger les diffusions d'ordre supérieur, par application des lois de la diffusion moléculaire à un milieu compris entre deux plans parallèles indéfinis où les étoiles et les particules diffusantes seraient uniformément réparties. L'accord entre la théorie et l'observation est remarquable. — M. **H. Mineur** : *Détermination de la distance du Centre de la Voie lactée et des constantes de la rotation galactique au moyen des amas ouverts.* D'après les calculs de l'auteur, la distance du centre serait de 6.400 parsecs, et la vitesse de la rotation galactique, nulle au centre, passerait par un maximum de 370 km/sec.$^{-1}$ à 3.000 parsecs du Soleil vers l'anticentre pour s'annuler à 6.000 parsecs de nous dans la même direction. — M. **Em. Sevin** : *Sur la théorie du rayonnement stellaire.* L'énergie libérée par seconde à l'intérieur d'une sphère de rayon r passe par un maximum pour une valeur de r sensiblement égale à la moitié du rayon de l'étoile, puis décroît lorsque r atteint la grandeur même de ce rayon. — M. **J.-L. Destouches** : *Groupe d'équivalence d'une théorie déductive.*

2° Sciences physiques. — M. **J. Béthenod** : *Etude de la décharge d'un condensateur à travers un tube à gaz.* — MM. **M. Lemarchand** et **W. Juda** : *Au sujet des phénomènes de surtension électrolytique.* Les auteurs proposent une nouvelle théorie de ces phénomènes, basée sur l'hypothèse d'une diminution de la concentration des ions autour de l'électrode, donc d'une différence de potentiel entre celle-ci et la solution qui l'entoure. — M. **P. Genet** : *Sur l'orthoarséniate monosodique et ses hydrates.* L'auteur a tracé d'une manière complète la courbe de solubilité de l'orthoarséniate monosodique entre — 21° (température cryohydratique) et + 118°,4 (ébullition normale de la solution saturée) et délimité les domaines d'existence des six phases solides rencontrées. Il a mis en évidence un hémihydrate, composé nouveau. — M. **G. Arragon** : *Structure de deux pentacétylsorbosides.* L'auteur a préparé deux pentacétylsorbosides cristallisée en acétylant le tétracétylsorbose par l'anhydride acétique. Le corps droit doit avoir une fonction cétonique variable, tandis que le gauche a une structure cyclique semi-acétalique vraisemblablement pyranique. — Mme **Y. Khouvine** et M. **Y. Tomoda** : *Tagatose et méthyltogatoside.* Les auteurs ont préparé le *d*-tagatose par la méthode de Danilow et montré qu'on obtient l'α-*d*-tagatose. La méthylation de ce dernier par la méthode de Fischer fournit un méthyl-*d*-tagatoside, F. + 128°, dextrogyre. — MM. **A. Wahl** et **V. Livovschi** : *Sur les dyméthyloxindols.* Les auteurs font des réserves sur la véritable constitution des deux composés décrits comme diméthyl-4.7- et 5.7-oxindols préparés au moyen d'$AlCl^3$. — MM. **Ch. Dufraisse** **J. Houpillart** : *Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Hydrogénation des photo-oxydes.* L'identification des hydrures des photo-oxydes avec des diquinols est un argument direct en faveur de la formule mésoendoperoxydique proposée pour les photo-oxydes initiaux.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Ed., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 12-37.